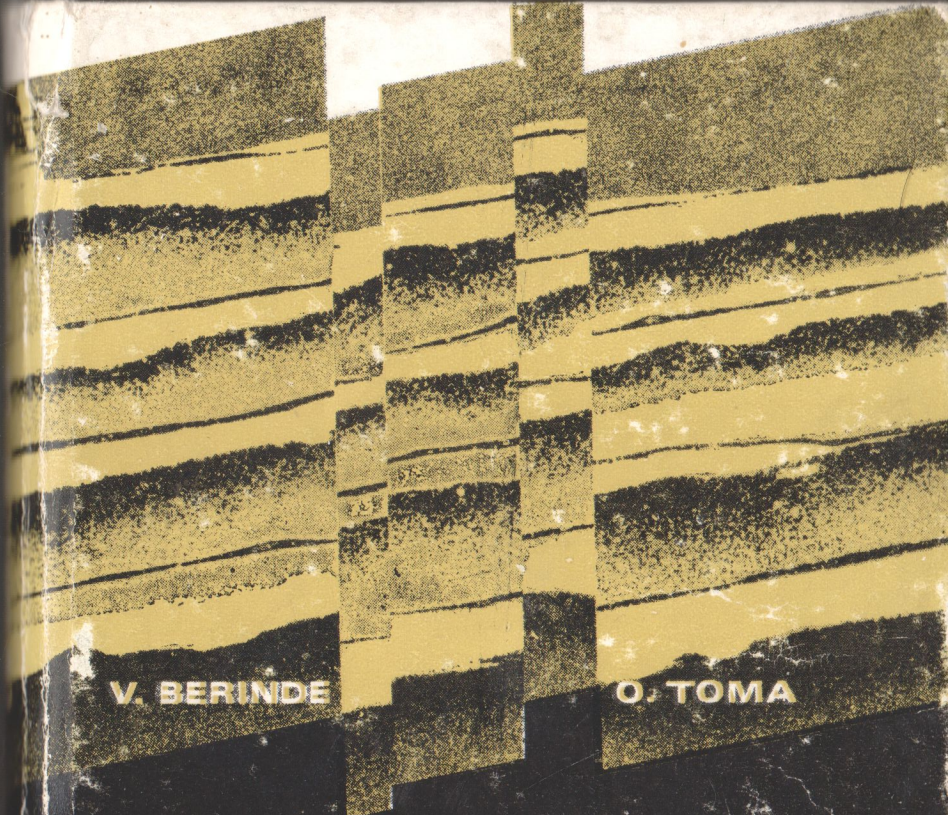




V. BERINDE

O. TOMA

**REMANIEREA
PIESELOR
cu defecte
de turnare**

Dr. ing. VASILE BERINDE * Ing. OCTAVIAN TOMA

PREFAȚĂ

REMANIEREA PIESELOR cu defecte de turnare

Industria noastră de piese turnate este un participant activ la manifestarea plină a revoluției științifice și tehnice în România, aducându-și un aport prețios la dezvoltarea rapidă a tuturor ramurilor economice, aport materializat prin piese turnate în cantități din ce în ce mai mari, de mai bună calitate, cu adaosuri de prelucrare minime, cu procente mici de rebuturi și la costuri convenabile.

La noi, ca în toate țările avansate în turnarea metalelor, aplicarea în producție a noilor tehnologii este considerată drept cea mai importantă sarcină a cercetătorilor, inginerilor, tehnicienilor care lucrează în acest domeniu, precum și a tuturor turnătorilor.

Între multiplele probleme ale ingineriei tehnologice, turnătorii se înclină să ocupe primul loc reducerea consumului de consumabile, îmbunătățirea tehnologiilor și prin urmare creșterea netă a produselor, în concordanță cu parametrii funcționali.



EDITURA TEHNICA
București — 1979

Dr. ing. VASILE BERINDE * Ing. OCTAVIAN TOMA

REMANIEREA PIESELOR cu defecte de turnare



EDITURA TEHNICA
București — 1979

PREFAȚĂ

Directivele Congresului al XI-lea al P.C.R., prevăd și în viitor dezvoltarea în ritm susținut a industriei constructoare de mașini ca o condiție de bază a creșterii producției materiale și a ridicării nivelului industriei în ansamblu în vederea plasării României în cadrul țărilor dezvoltate. O latură importantă în realizarea acestor sarcini este și producția de piese turnate, care de pe acum a depășit nivelul de 1 800 000 tone anual.

Producția noastră de piese turnate este un participant activ la manifestarea plenară a revoluției științifice și tehnice în România, aducându-și un aport prețios la dezvoltarea rapidă a tuturor ramurilor economice, aport materializat prin piese turnate în cantități tot mai mari, de mai bună calitate, cu adaosuri de prelucrare minime, cu procente mici de rebuturi și la costuri convenabile.

La noi, ca în toate țările avansate în turnarea metalelor, aplicarea în producție a noilor tehnologii este considerată drept cea mai importantă sarcină a cercetătorilor, inginerilor, tehnicienilor care lucrează în acest domeniu, precum și a tuturor turnătorilor.

Între multiplele preocupări ale ingineriei tehnologice în turnătorii se include pe primul loc reducerea continuă a consumurilor materiale prin îmbunătățirea tehnologiilor și prin micșorarea greutății nete a produselor, concomitent cu îmbunătățirea parametrilor funcționali

ai acestora. Calitatea pieselor turnate reprezintă din acest punct de vedere o pirghie deosebit de eficientă și merită a fi pe deplin apreciată inițiativa Editurii tehnice ca, numai la un an după publicarea Atlasului internațional al defectelor de turnare să apară o nouă lucrare în acest domeniu „Remanierea defectelor pieselor cu defecte de turnare“, care are marele merit prin faptul că o completează pe prima.

Atlasul internațional permite determinarea cu ușurință a defectelor de turnare, cauzele posibile ce au determinat apariția acestora, măsurile de prevenire ce pot fi aplicate și nu tratează metodele de eliminare a defectelor apărute în piese în scopul recuperării și redării lor în circuitul de producție.

Doresc, de asemenea, să subliniez ideea creatoare care i-a îndemnat pe autori să publice acest volum de mult timp așteptat de toți lucrătorii din domeniul turnării pieselor. Ei au sesizat că în literatura de specialitate din țara noastră și problema remanierii pieselor turnate a fost tratată la un nivel mai jos decât era necesar. Fără îndoială că aplicarea corectă a noilor procedee de remanieră va conduce la îmbunătățirea calității producției de piese turnate și la efecte economice importante.

Propunerile și sugestiile autorilor referitoare la condițiile restrictive în decizia categorisirii pieselor turnate, precum și asupra opiniei specialiștilor privind remanierăa acestora sînt nu numai oportune dar și valoroase. Remanierăa pieselor turnate trebuie să constituie o etapă tehnologică prevăzută în fluxul de fabricație; în acest scop este necesar ca încă din faza de proiectare a turnătorilor să prevedem sectoare de remanieră dimensionate și dotate funcție de volumul, complexitatea, tipodimensiunile și nivelul performanțelor pieselor ce se toarnă.

Lucrarea conține un mare volum de date tehnologice extrase din literatura de specialitate și culese din experiența marilor întreprinderi de profil din țară, completate cu experiența autorilor și actualizate cu principalele standarde și normative specifice.

Materialul tratat în lucrare se adresează maiștrilor, tehnicienilor, inginerilor tehnologi și proiectanți de piese turnate, fiind în același timp util și studenților facultăților de specialitate.

Este pentru mine o deosebită satisfacție să subliniez meritul autorilor de a publica un material prețios care completează Atlasul internațional al defectelor de turnare cu recomandări de procedee de remanieră a defectelor apărute în piese, fără ca prin acestea performanțele funcționale ale pieselor să fie diminuate.

Prof. dr. doc. ing. IOSIF TRIPȘA

București, 3 iulie 1978

...în prezent, conținutul unui manual de tehnologie
...este caracterizat de specialitate și complexitate
...înțelegerea materiei tehnice este necesară pentru
...completarea cunoștințelor teoretice și practice
...prin aplicarea teoriei în practică și invers
...înțelegerea teoriei este necesară pentru
...aplicarea teoriei în practică și invers
...înțelegerea teoriei este necesară pentru
...aplicarea teoriei în practică și invers

...în prezent, conținutul unui manual de tehnologie
...este caracterizat de specialitate și complexitate
...înțelegerea materiei tehnice este necesară pentru
...completarea cunoștințelor teoretice și practice
...prin aplicarea teoriei în practică și invers
...înțelegerea teoriei este necesară pentru
...aplicarea teoriei în practică și invers

...în prezent, conținutul unui manual de tehnologie
...este caracterizat de specialitate și complexitate
...înțelegerea materiei tehnice este necesară pentru
...completarea cunoștințelor teoretice și practice
...prin aplicarea teoriei în practică și invers
...înțelegerea teoriei este necesară pentru
...aplicarea teoriei în practică și invers

Propunerile și sugestiile autorilor referitoare la
condițiile restrictive în decizia categorisirii pieselor
turnate, precum și asupra opiniei specialiștilor privind
remanierarea acestora sunt în totală oportunitate și co-
loroasă. Remanierarea pieselor turnate trebuie să con-
sistă în aplicarea tehnologiei prevăzută în fluxul de fa-
bricare, în acest scop este necesar ca în cadrul
proiectării a turnătorilor să prevădă secțiunile de re-
manierare de tip funcție și de tip volum, în funcție de
complexitatea și dimensiunile și nivelul performan-
țelor pieselor ce se turnă.

...în prezent, conținutul unui manual de tehnologie
...este caracterizat de specialitate și complexitate
...înțelegerea materiei tehnice este necesară pentru
...completarea cunoștințelor teoretice și practice
...prin aplicarea teoriei în practică și invers
...înțelegerea teoriei este necesară pentru
...aplicarea teoriei în practică și invers

1. CONSIDERAȚII GENERALE

1.1. INTRODUCERE

Înfăptuirea cu succes a programului de dezvoltare
economică și socială a țării adoptat de Congresul al
XI-lea al P.C.R., în actualul cincinal și în perspectivă,
necesită intensificarea eforturilor pentru gospodărirea
rațională, cu mai mare eficiență, a avuției naționale.
În prezent și mai ales în viitor, ritmul dezvoltării și
modernizării economiei va depinde în tot mai mare
măsură de eficiența activității depuse pentru asigu-
rarea producției largite. Fără asigurarea unui raport
optim între eforturile depuse și rezultatele obținute, în
așa fel încât fiecare întreprindere sau secție să-și aducă
o contribuție cât mai importantă la creșterea volumu-
lui și calității producției, a venitului național, econo-
mia nu se poate dezvolta în mod dinamic și echilibrat.

Una dintre căile importante de reducere a cheltuielilor
materiale la produsele întreprinderilor construc-
toare de mașini o constituie preocuparea pentru apli-
carea procedurilor moderne de remanierare a defectelor
pieselor turnate.

Datorită progreselor realizate de industria construc-
țiilor de mașini în ultimii 26 de ani, producția de piese
turnate a crescut de la circa 80 000 tone în 1950 la
peste 1,5 milioane tone în 1977 [5].

Această creștere de peste 20 de ori nu este numai
cantitativă ci și calitativă. Piese turnate fabricate în

prezent sînt de complexitate din ce în ce mai ridicată, cu variații foarte mari ale grosimii pereților. Toleranțele impuse la dimensiune și greutate sînt tot mai strînse, suprafețele rezultate din turnare se cer să fie cit mai netede, în timp ce aliajelor din care sînt executate li se impun caracteristici fizico-mecanice tot mai ridicate.

Dezvoltarea științei și progresului tehnic a impus introducerea pe scară largă în secțiile și întreprinderile de piese turnate a procedeelor tehnologice moderne care conduc la obținerea unor produse de calitate superioară. Tehnologiile de execuție a pieselor turnate sînt foarte complexe, ele depinzînd de numeroși factori strîns legați între ei, care, acționînd simultan, sînt greu de stăpînit și controlat. Chiar în condițiile respectării cu strictețe a prescripțiilor tehnologice, în secțiile de turnare va rezulta întotdeauna un anumit procent de piese care nu se înscriu întocmai în prevederile prescripțiilor tehnice, datorită unor defecte de turnare. Din experiență, rezultă că probabilitatea obținerii unor piese metalice turnate fără nici un defect este minimă.

La nivelul unei producții de peste 1,5 milioane tone piese turnate pe an, cantitatea mare a pieselor declarate rebut din cauza defectelor de turnare conduce la pagube importante în economia națională, chiar dacă se ține seama de eforturile ce se fac pentru reducerea ponderii acestor rebuturi.

Acțiunea de reducere a cheltuielilor materiale prin micșorarea ponderii pieselor neacceptate pentru introducerea lor în fazele următoare ale procesului de fabricație, datorită defectelor de turnare pe care le prezintă, trebuie să fie realizată în primul rînd prin elaborarea unor tehnologii de turnare moderne și prin

respectarea întocmai a acestor tehnologii în procesul de fabricație.

Ținînd seama de informațiile furnizate, de experiența practică pe o lungă perioadă de timp și de influența unui complex de factori ce concură la realizarea pieselor turnate din aliaje metalice la nivelul cerințelor actuale se impune reconsiderarea opiniei actuale a tehnicienilor și specialiștilor care activează în acest domeniu și chiar a unor foruri de decizie, referitor la defectele pieselor turnate și la posibilitățile de remaniere a acestora.

Față de nivelul de dezvoltare actuală a tehnologiilor de turnare, precum și din motive economice se cere să se însușească în mai mare măsură punctul de vedere al specialiștilor care activează în turnătoriile moderne conform căruia o mare parte din defectele pieselor turnate se poate și trebuie să fie remaniată. Remanierea trebuie să fie inclusă ca o operație obligatorie și de sine stătătoare în fluxul tehnologic de fabricație a pieselor turnate [60].

1.2. PARTICULARITĂȚI ALE TURNĂRII PIESELOR

Principalele proprietăți tehnologice care influențează comportarea unui aliaj metalic în procesul de turnare și condiționează în mare măsură calitatea pieselor turnate sînt:

— fluiditatea, constînd în capacitatea aliajelor metalice de a umple cavitatea formei de turnare și de a reproduce cu precizie configurația acesteia la piesa turnată;

— contracția, manifestată prin procesul de reducere a dimensiunilor liniare și volumice ale pieselor turnate

în timpul răcirii lor de la temperatura de turnare la temperatura mediului ambiant;

— tendința de segregare care apare ca neomogenitate a compoziției chimice în diferite părți ale piesei turnate;

— tendința de deformare a geometriei și de fisurare la cald a piesei turnate;

— tendința de absorbție a gazelor și de formare a incluziunilor gazoase în metalul piesei;

— tendința de formare a incluziunilor nemetalice.

Alegerea diferitelor aliaje pentru executarea pieselor turnate este condiționată, în afara proprietăților de turnare favorabile și de costul acestora. Dacă, de exemplu, costul tonei de fontă cenușie se considera fiind 100%, pentru alte aliaje costurile vor fi următoarele: 130% pentru fontă maleabilă, 160% pentru oțel și 300...700% pentru aliaje neferoase [8, 38].

În turnătorii, ponderea aliajelor feroase reprezintă 95...98% din masa totală a pieselor turnate.

1.2.1. Turnarea pieselor din fontă cenușie

Fonta cenușie are proprietăți de turnare bune: fluiditate mare, care crește proporțional cu conținutul de carbon și fosfor, contracție liniară redusă (circa 1%), temperatură de turnare mai joasă decât a oțelului și fontei albe.

Piese din fontă se realizează practic prin toate procedeele de turnare. Introducerea fontei lichide în forma de turnare se face cu ajutorul unei rețele de turnare, care se termină cu unul sau mai multe alimentatoare plasate în zonele cu pereți subțiri, urmărindu-se umplerea și răcirea uniformă a piesei turnate. Temperaturile de turnare variază între 1 250...1 400°C.

1.2.2. Turnarea pieselor din fontă cenușie modificată

Față de turnarea pieselor din fontă cenușie obișnuită, la turnarea pieselor din fontă cenușie modificată se au în vedere următoarele particularități:

— datorită contracției liniare mai mari (1,4...1,6%) este necesară uneori și aplicarea unor maselote;

— temperatura de turnare este ceva mai înaltă decât cea a fontei cenușii (1 350...1 450°C);

— turnarea trebuie efectuată imediat după modificare, în cazul în care aceasta se efectuează în oala de turnare, deoarece după 10...30 min efectul modificării scade.

1.2.3. Turnarea pieselor din fontă albă

Fonta albă utilizată la turnarea pieselor ce urmează a fi supuse tratamentului termic de maleabilizare se caracterizează prin slabe proprietăți de turnare: fluiditate scăzută, contracție ridicată (contracție liniară — circa 1,8%), tendință accentuată de fisurare la cald și la rece.

În scopul măririi fluidității aliajul se supraîncăleşte la temperatura de 1 450...1 550°C.

Pentru prevenirea apariției retasurilor alimentarea cu metal lichid a formei se face prin intermediul unor maselote laterale închise aplicate în zonele groase ale piesei turnate. Pentru accelerarea solidificării părților groase ale piesei se aplică și răcitoare metalice cu o anumită formă și cu dimensiuni care se calculează funcție de configurația piesei.

1.2.4. Turnarea pieselor din oțel

Proprietățile de turnare ale oțelului în piese sînt mult inferioare celei ale fontei cenușii. Temperatura de topire este mai înaltă, fluiditatea mai scăzută, contracția mai mare (contracția liniară de 1,8...2%). Toate acestea favorizează formarea retasurilor și crăpăturilor în timpul răcirii piesei. Oțelul turnat prezintă tendințe mari de formare a segregățiilor. Pentru obținerea pieselor turnate de calitate bună sînt necesare măsuri tehnologice suplimentare funcție de calitatea oțelului, forma și dimensiunile piesei.

La turnare se utilizează amestecuri de formare cu refractaritate și rezistență mecanică sporită. Pentru piese mici și mijlocii se aplică turnarea în forme crude, iar pentru piese mari turnarea în forme uscate.

Combaterea retasurilor se realizează prin asigurarea solidificării dirijate a piesei turnate, în condițiile amplasării unor maselote și răcitoare dimensionate corespunzător. Rețeaua de turnare este astfel concepută încît scurgerea metalului se realizează liniștit și fără vârtejuri, pentru a preîntîmpina distrugerea formei. Alimentarea cu oțel lichid se face prin părțile groase ale piesei.

În scopul obținerii unor proprietăți mecanice superioare, respectiv a unei structuri fine, concomitent cu reducerea tensiunilor interne ce se formează în timpul răcirii, piesele turnate din oțel se supun unor tratamente termice de recoacere și normalizare. În cazul pieselor din oțeluri aliate se practică adeseori și tratamente termice de călire și revenire.

1.2.5. Turnarea pieselor din aliaje de cupru

Aliajele de cupru utilizate pentru piese turnate sînt cele de tipul bronzurilor și alamelor și se caracterizează în general prin fluiditate ridicată, prin contracție mare (contracție liniară 1,4...1,8%), oxidare relativ mare și prin tendință de segregare. La turnare se urmărește realizarea unei curgeri line și continue a metalului lichid în formă. Aceasta contribuie la reducerea cantității de incluziuni în piesa turnată. Se practică utilizarea rețelilor de turnare în sifon, de la înălțime mică, cu piciorul pilnei executat în trepte sau în zig-zag.

1.2.6. Turnarea pieselor din aliaje de aluminiu

Pentru turnarea pieselor se folosesc în principal aliajele Al-Si și Al-Mg. Principalele proprietăți de turnare ale acestor aliaje sînt: fluiditate ridicată, contracție relativ mare (contracție liniară de circa 0,8...1,8%), oxidare ușoară și tendință pronunțată de absorbție a gazelor formate în procesul turnării.

În scopul reducerii tendinței de apariție a fisurilor în piesele turnate se impune rafinarea corespunzătoare a aliajului lichid, utilizarea unor amestecuri de formare cu permeabilitate ridicată, folosirea unor grade de îndesare mai reduse la formare și practicarea de canale de aerisire în formă. Amestecurile de formare utilizate trebuie să fie de granulație fină și compresibilitate ridicată. Pentru reținerea zgurei și spumei de Al_2O_3 , la partea inferioară a piciorului de turnare se va prevedea un filtru. Dacă este justificată din punct de vedere economic se va prefera turnarea, deoarece asigură obținerea unor piese de calitate superioară.

Piese turnate din aliaje de aluminiu se supun unor tratamente termice pentru îmbunătățirea proprietăților mecanice, eliminarea tensiunilor interne și îmbunătățirea proprietăților de prelucrare prin așchiere ulterioare.

1.3. CONTROLUL TEHNIC ÎN TURNĂTORII

Principalele sarcini ale controlului tehnic în turnătorii sînt legate de prevenirea defectelor în piesele turnate, care se fac prin controlul materiilor prime și auxiliare, verificarea sculelor, dispozitivelor și mașinilor, urmărirea respectării tehnologiei de formare și turnare prescrise, precum și controlul final sau recepția pieselor turnate. La controlul final al pieselor turnate se evidențiază defectele de turnare, se stabilesc cauzele producerii acestora, se efectuează sortarea în piese cu defecte remaniabile și în piese cu defecte neremaniabile (piese rebut). Pentru piesele remaniabile se indică procedeele tehnologice optime de remaniere.

Ținînd seama de multitudinea factorilor care pot provoca defecte în piesele turnate este necesar să se facă controlul tehnic la toate locurile de muncă și pentru toate operațiile ce compun procesul tehnologic.

1.4. REZOLVAREA PROBLEMELOR CONSTRUCTIVE ALE PIESELOR TURNATE

Principalele probleme care trebuie rezolvate la stabilirea tehnologiei de executare a unei piese turnate sînt:

— analiza tehnologicității piesei de turnat și proiectarea modificărilor constructive sau de material ale

piesei, care să ușureze fabricarea și să reducă cheltuielile;

— stabilirea procedurii de executare a piesei turnate; alegerea este adeseori îngreunată de faptul că există mai multe procedee prin care se obțin piese la nivelul cerințelor impuse de condițiile tehnice;

— proiectarea configurației piesei funcție de condițiile specifice procedurii de turnare ales;

— proiectarea construcției rețelei de turnare și analiza fenomenelor termice care intervin în timpul răcirii piesei turnate;

— proiectarea maselotelor și răcitoarelor, acolo unde este cazul.

1.5. PUNCTE DE VEDERE ASUPRA REMANIERILOR DEFECTELOR PIESELOR TURNATE

Procedeele de remaniere s-au diversificat foarte mult, iar tehnicitatea lor este mai ridicată, devenind totodată și economice. Aceasta a determinat pe marii producători de piese turnate să le aplice fără rezerve. În prezent s-a ajuns la situația de a se aprecia calitatea pieselor bune realizate de o turnătorie și după modul cum este organizat compartimentul de remaniere în cadrul secției respective.

Problema remanierii pieselor cu defecte de turnare constituie în prezent în întreprinderi un domeniu nou al tehnologiei pieselor turnate, care cuprinde, pe lîngă aspectele tehnologice legate de execuția corectă a remanierii și procedeele de control calitativ al lucrării efectuate. Remanierea unei piese turnate cu defecte este o problemă complexă, iar calitatea piesei remaniate depinde de numeroși factori.

Prima condiție ce se impune este ca eliminarea unui defect să nu creeze condiții favorabile pentru apariția altor defecte, care să ducă la rebutarea definitivă a piesei. O altă condiție pentru a obține rezultate corespunzătoare este ca remanierea să fie realizată printr-un efort conjugat al tuturor factorilor de specialitate și în primul rând al turnătorilor. De asemenea, se impune ca în fiecare secție de turnătorie să se prevadă organizarea unui compartiment pentru remaniere dimensionat și dotat funcție de complexitatea și volumul pieselor turnate. De asemenea, trebuie avută în vedere necesitatea pregătirii profesionale a lucrătorilor care execută operații de remaniere. Așadar, participarea la acțiunea de reducere a ponderii pieselor rebutate trebuie să constituie în primul rând o obligație a fiecărui om al muncii ce lucrează în turnătorie [58]. Însă, în acțiunea de aplicare pe scară largă a tehnologiilor și procedeele moderne de remaniere în întreprinderile producătoare de piese turnate se cere organizarea unei unități complexe care să aibă ca principale atribuții:

- elaborarea tehnologiilor de remaniere pentru tipodimensiunile de piese turnate cu un anumit grad de complexitate;
- avizarea tehnologiilor de remaniere elaborate de întreprinderi;
- acordarea de asistență tehnică în problema de remaniere defectelor de turnare;
- asimilarea și producerea materialelor speciale necesare remanierii defectelor de turnare.

2. DEFECTE DE TURNARE

Prin defect al piesei turnate se înțelege orice abatere de la formă, dimensiuni, masă, aspect exterior, macrostructură, microstructură sau proprietăți mecanice și chimice prescrise prin standardele, normele tehnice de produs sau rezultate din condițiile contractuale. Noțiunea de defect al unei piese turnate este convențională, deoarece, așa cum rezultă și din STAS-ul 782-64, în funcție de standardul sau norma tehnică de produs, respectiv din condițiile contractuale, aceeași abatere poate constitui uneori defect inadmisibil, alteori defect care se admite sau este considerat remaniabil.

În general, prin *defecte admisibile* se înțeleg defectele superficiale sau de mică însemnătate, care nu influențează în nici un fel utilizarea în bune condiții a piesei. Aceste defecte, care sînt de regulă de aspect, din motive de estetică se înlătură obișnuit prin acoperire cu chituri și vopsele.

Prin piese turnate considerate rebut definitiv trebuie să se înțeleagă piesele care nu îndeplinesc una sau mai multe dintre condițiile tehnice din standarde, norme tehnice, caiete de sarcini sau condiții de contract și care prin nici un mijloc nu pot fi remaniate. Defectele pieselor turnate pot fi: admisibile fără remaniere, admisibile cu remaniere și defecte neadmisibile.

Prin *defecte admisibile cu remaniere* se înțeleg acele defecte care pot fi înlăturate prin aplicarea unor procedee tehnologice suplimentare, astfel încât piesele ajung să fie, din punct de vedere dimensional și al proprietăților fizico-mecanice la nivelul prescripțiilor din documentele tehnice normative. Comportarea în serviciu a pieselor remaniate corespunzător nu este cu nimic afectată [50].

Decizia de trecere a pieselor cu defecte de turnare la o anumită grupă cu defecte funcție de mărimea, locul și importanța lor este luată în mod cu totul diferit, de la întreprindere la întreprindere, adeseori fără o justificare tehnico-economică temeinică. În funcție de aspectul, locul unde este plasat, forma și mărimea defectului, precum și de importanța și condițiile de funcționare a piesei în exploatare și de eficiența economică a operațiilor de remaniere este necesar să fie analizat fiecare caz în mod separat. Rezultă că, același defect, la piese diferite și în locuri diferite, poate sau nu să constituie o cauză de rebut definitiv.

Defectele pieselor turnate pot avea cauze diferite și foarte complexe. De exemplu, două defecte care se pot prezenta cu totul diferit pot avea una sau mai multe cauze comune. De aceea este necesar să se stabilească anumite criterii obiective pe baza cărora să se aprecieze gravitatea defectelor de turnare.

Incadrarea rațională a defectelor la piesele turnate constituie mijlocul cel mai eficace pentru urmărirea organizată a acestora în scopul reducerii ponderii rebuturilor. Acțiunea de reducere a rebuturilor constă în următoarele etape:

- identificarea defectului: caracterul, forma, dimensiunile, poziția etc.;
- determinarea cauzelor care au provocat defectul;

— stabilirea mijloacelor pentru înlăturarea defectului;

— verificarea prin probe practice a eficacității mijloacelor de remediere, perfecționarea și definitivarea acestora;

— organizarea tehnologiilor de remaniere a defectelor astfel ca piesele turnate să corespundă nivelului calitativ impus prin prescripțiile tehnice referitoare la produs.

Intrucât la însumarea cauzelor care provoacă defecte ale pieselor turnate participă în măsură mare nivelul de pregătire profesională a turnătorilor este necesar ca în cadrul acestei acțiuni să se organizeze programul de ridicare a calificării muncitorilor turnători, în vederea aplicării tehnologiilor noi și pentru respectarea întocmai a disciplinei tehnologice de turnare.

2.1. CLASIFICAREA DEFECTELOR

Din lucrările publicate în literatura de specialitate rezultă că autorii în majoritate abordează problema defectelor de turnare și prin urmare și clasificarea acestora în mod foarte diferit. În practica industrială și prin standarde clasificările nu se fac numai cu scopul unei sistematizări într-un ansamblu de noțiuni, ci pentru a pune la îndemâna factorilor interesați din industrie un instrument util în activitatea productivă [25].

În scopul stabilirii celor mai eficiente procedee de remaniere a defectelor de turnare, clasificarea acestora trebuie efectuată după diverse criterii astfel încât să satisfacă următoarele condiții:

- să se refere la cât mai multe categorii de defecte caracteristice pieselor turnate;

— să permită o încadrare ușoară și cu precizie a defectului într-o anumită clasă, respectiv grupă;

— să permită identificarea cauzelor care au produs defectul.

Conform clasificării dată în STAS 782-64 defectele de aspect se împart în șapte grupe, iar în cadrul acestora pe categorii. În cadrul grupelor, sub formă tabulară se prezintă simbolul și denumirea fiecărei categorii de defect, descrierea defectelor pentru unele defecte, reprezentarea schematică împreună cu fotografia lor.

Clasificarea prezentată în „Atlasul internațional al defectelor de turnare”, elaborat de Comitetul internațional al asociațiilor tehnice de turnătorie este mult mai cuprinzător. Sistemul folosit pentru clasificarea defectelor se bazează pe descrierea fizică a fiecărui defect. Acest mod de prezentare permite identificarea defectului fie prin observarea directă a piesei, fie după o descriere amănunțită a defectului, folosind criteriile pentru: formă, aspect, poziție și dimensiuni.

Clasificarea prezentată în atlas, bazată pe morfologia defectelor este mai corectă decât cea bazată pe cauzele defectului și nu necesită nici o presupunere anterioară. Conform atlasului sînt stabilite 7 categorii de bază, iar identificarea se face prin litere de la A pînă la G, după cum urmează [62]:

- A — Excreșcențe metalice.
- B — Goluri (cavități).
- C — Discontinuități (crăpături).
- D — Defecte de suprafață.
- E — Piese turnate incomplet.
- F — Dimensiuni sau configurație necorespunzătoare.
- G — Incluziuni și defecte de structură.

Pentru fiecare categorie de defect se dau pe lîng principalele informații pe baza cărora se face cunoașterea acestuia, în vederea încadrării lui cît mai riguroase. Aceste informații cuprind: descrierea defectului, cauzele posibile de apariție a acestuia, precum și unele măsuri de prevenire. Prin aplicarea corectă a măsurilor de prevenire a defectelor de turnare și la momentul oportun, legat de condițiile de fabricație, se întrevăd efecte economice însemnate.

Eficiența lucrării de față constă în aceea că adaptînd clasificarea cuprinsă în atlasul internațional își propune să recomande posibilitățile tehnologice de înlăturare a defectelor de turnare prin operații de remanieră a defectelor constatate, astfel încît piesele să poată fi prezentate spre recepționare la nivelul calitativ impus.

În funcție de efectul pe care defectele îl au asupra performanțelor pieselor turnate, acestea se pot împărți în patru grupe principale:

1. Defecte superficiale, care nu influențează cu nimic asupra calităților tehnice ale pieselor turnate, afectînd într-o anumită măsură numai aspectul comercial al acestora.
2. Defecte de neetanșitate a pieselor turnate care sînt solicitate în exploatare la presiuni interioare (apă, abur, aer etc.).
3. Defecte pe suprafețele prelucrate sau neprelucrate ale pieselor turnate (crăpături, sufluri, retasuri etc.) supuse la solicitări importante statice și dinamice.
4. Defecte de compoziție și structură (compoziția chimică sau structură neuniformă) pentru piesele supuse la solicitări termice sau chimice în exploatare.

2.2. CLASIFICAREA PROCEDEELOR DE REMANIERE

Organizarea acțiunii de remaniere a defectelor pieselor turnate constituie încă în multe întreprinderi o acțiune secundară, fără importanță deosebită, situație care duce la creșterea coeficientului de rebut definitiv al secției de turnătorie și, implicit la consumuri mari de: metal, combustibil, energie electrică și manoperă. Remanierea defectelor de turnare, în concepția modernă înseamnă o operație tehnologică distinctă, prevăzută în procesul de fabricație a pieselor în turnătorii. În acest scop este necesară luarea de măsuri organizatorice funcție de volumul și complexitatea pieselor ce se toarnă, de procedeele de remaniere folosite și de tipul, dimensiunea, locul și forma defectului.

Stabilirea procedeeleor de remaniere a defectelor și organizarea de ateliere speciale de remaniere, legate organic de turnătorii, trebuie să constituie o preocupare încă din faza de proiectare a acestei secții.

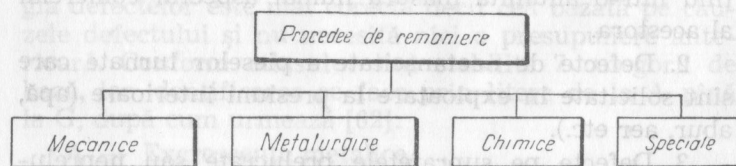


Fig. 1. Clasificarea de bază a procedeeleor de remaniere.

Defectele de turnare pot afecta zone foarte diferite ale pieselor și care pot influența atât alegerea metodelor de remaniere cât și performanțele pieselor în final.

O clasificare a procedeeleor de remaniere aplicate în turnătoriile de piese din oțel, fontă și aliaje neferoase se prezintă în fig. 1.

2.3. RECOMANDĂRI PRIVIND ALEGEREA METODEI DE REMANIERE

În funcție de categoria, grupa și subgrupa specifică fiecărui defect, ținând seama de posibilitățile tehnice și experiența câștigată de întreprinderile noastre în domeniul remanierii pieselor cu defecte de turnare, de la tabelul 1 până la tabelul 7 sînt prezentate ca recomandare diferite procedee de remaniere. Tabelele sînt întocmite după criteriile atlasului internațional de defecte.

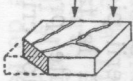
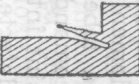
2.4. CONDIȚII TEHNICE DE REMANIERE

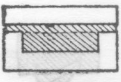
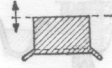
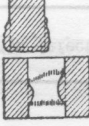
Cerințele privitoare la performanțele de calitate a pieselor turnate sînt stipulate în documentațiile tehnice și normativele referitoare la aceste piese, care în principal cuprind: compoziția chimică a metalului lichid, caracteristicile mecanice, tratamentele termice indicate, condiții pentru forme și dimensiuni, defectele de turnare admise, reguli și metode privind verificarea calității etc. În continuare sînt enumerate principalele standarde de stat în vigoare pentru piese turnate, în care sînt cuprinse aceste reglementări.

STAS 4600-76. Turnarea metalelor. Terminologie; STAS 782-64. Defectele pieselor turnate. Clasificare și terminologie; STAS 1592/2-74. Piese turnate din oțel. Abateri limită și adaosuri de prelucrare; STAS 1592/1-74. Piese turnate din fontă. Abateri limită și

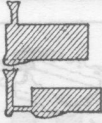
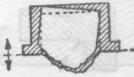
Recomandări pentru remanierea excrescențelor metalice

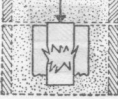
Tabelul 1

Simbol	Denumirea defectului	Schița defectului	Procedeul de remaniere recomandat
A 111	Bavură pe suprafața piesei		— Tăiere oxiacetilenică la piese din oțel și fontă cu grafit nodular — Dălțuire sau (și) polizare la piese turnate din alte aliaje — Dălțuire — Polizare
A 112	Creastă pe suprafața piesei		Idem
A 113	Rețea de crește pe suprafața pieselor turnate		— Dălțuire — Polizare
A 114	Creastă pe colțul interior al piesei turnate		— Polizare — Dălțuire — Apoi chituire sau sudare

A 115	Bavură pe colțul interior al piesei turnate		— Polizare — Dălțuire
A 121	Bavură groasă pe suprafețele piesei turnate și în suprafața de separație		— Dălțuire — Tăiere oxiacetilenică (oțel și fontă cu grafit nodular) urmată de polizare sau prelucrare mecanică
A 122	Bavură groasă situată și în alte părți ale piesei turnate		— Dălțuire — Prelucrare mecanică — Tăiere oxiacetilenică — Polizare
A 123	Bavură în suprafața de separație la turnarea în forme cu modele ușor fuzibile		— Dălțuire — Prelucrare mecanică — Polizare
A 211	Umflătură pe suprafața exterioră sau interioară a piesei turnate		— Polizare — Prelucrare mecanică

Tabelul 1 (continuare)

Simbol	Denumirea defectului	Schița defectului	Procedeul de remanieră recomandat
A 212	Aderență; exces de metal în apropierea alimentatorului sau sub piciorul pilniei		— Polizare — Prelucrare mecanică
A 213	Excrescențe metalice datorate asamblării greșite a formelor și miezurilor		— Polizare — Prelucrare mecanică — Încărcare prin sudare
A 221	Excrescențe masive pe suprafața superioară a piesei turnate în forme din amestec crud		— Polizare — Dălțuire — Prelucrare mecanică — Chituire — Sudare
A 222	Excrescențe mari pe suprafața inferioară a piesei turnate		— Polizare — Dălțuire — Încărcare prin sudare — Prelucrare mecanică

A 223	Incluziuni de amestec de formare pe suprafața interioară a piesei turnate		— Dălțuire — Sudare — Polizare
A 224	Colț de formă rupt		— Dălțuire — Sudare — Polizare
A 225	Formă ruptă		— Polizare — Prelucrare mecanică — Sudare — Supraturmare
A 226	Miez rupt deschis sau exteriorizat		— Dălțuire — Polizare — Sudare
A 311	Picătură; excrescențe metalice pe suprafețe, muchii sau unghiuri interioare		— Polizare — Dălțuire — Chituire — Sudare

Recomandări pentru remanierea golurilor în piesele turnate

Tabelul 2

Simbol	Denumirea defectului	Schița defectului	Procedeele de remaniere recomandate
B 111 V 339	Sufluri, pori		— Chituire — Impregnare — Sudare
B 112 V 332	Sufluri în apropierea inserțiilor, răcitoarelor, suporturilor		— Chituire — Sudare — Impregnare
B 113 V 334	Sufluri cu incluziuni de zgură		— Chituire — Sudare — Impregnare — Dopuire
B 121 V 333	Sufluri superficiale; goluri de diferite dimensiuni, izolate sau grupate		— Chituire — Dopuire — Sudare — Eutalloy

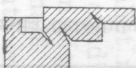
B 122 B 311	Sufluri de colț		— Chituire — Sudare — Lipire — Eutalloy
B 123 B 333	Pori superficiali		— Chituire — Metalizare — Sudare — Eutalloy
B 124 B 331	Retasuri dispersate		— Impregnare — Sudare — Eutalloy — CWM
B 211 B 313	Retasă deschisă sau exterioară		— Sudare — Supraturare — Dopuire — Metalizare
B 212	Retasă de colț		— Sudare — Eutalloy

Tabelul 2 (continuare)

Simbol	Denumirea defectului	Schița defectului	Procedeul de remaniere recomandat
B 213	Retasură de miez		— Bucșare — Sudare — Eutalloy
B 221	Retasură închisă sau interioară		— Impregnare — Sudare — Eutalloy
B 222	Retasură axială		— Impregnare — Sudare — Eutalloy
B 311	Macro sau microretasură, porozitate de contracție, pori		— Impregnare

Tabelul 3

Recomandări pentru remanierea crăpăturilor și discontinuităților

Simbol	Denumirea defectului	Schița defectului	Procedeul de remaniere recomandat
C 111	Ruptură la rece		— Lipire (brazare) — Sudare — Supraturare — CWM
C 121	Ruptură la cald		— Lipire (brazare) — Sudare — Supraturare — CWM
C 211	Crăpătură la rece		— Metalock — Sudare — CWM
C 221	Crăpătură la cald		— Lipire — Metalock — Sudare — CWM

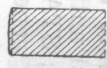
Tabelul 3 (continuare)

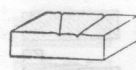
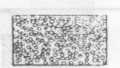
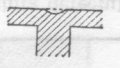
Simbol	Denumirea defectului	Schița defectului	Procedeul de remaniere recomandat
C 222	Crăpătură la tratament termic		Sudare — Metalock — CWM
C 311	Repriză sau sudură la rece		Sudură — CWM — Metalock
C 321	Repriză (turnare întreruptă)		Sudare — Supraturare
C 331	Repriză (sudare incompletă pe inserția metalică)		Sudare
C 411	Ruptură șistoașă; separare în lungul limitelor grăunților de cristalizare primară		Sudare — Tratament termic
C 412	Rețea de fisuri; coroziune inter-cristalină		—

adaosuri de prelucrare; STAS 6287-67. Piese turnate din metale și aliaje neferoase. Abateri limită și adaosuri de prelucrare; STAS 600-74. Oțel carbon turnat în piese. Mărci și condiții tehnice generale de calitate; STAS 1773-76. Oțel slab aliat și aliat turnat în piese. Mărci și condiții tehnice de calitate; STAS 3717-76. Oțel austenitic manganos, turnat în piese; oțel rezistent la uzură. Mărci și condiții tehnice generale de calitate; STAS 9277-73. Oțeluri turnate în piese pentru armături. Mărci și condiții tehnice de calitate; STAS 10718-76. Oțel inoxidabil, turnat în piese. Mărci și condiții tehnice de calitate; STAS 6855-69. Oțel aliat refractar și anticorrosiv turnat în piese. Mărci și condiții generale; STAS 568-67. Fontă cenușie turnată în piese. Condiții generale; STAS 8541-70. Fontă turnată în piese pentru mașini-unelte; STAS 569-70. Fontă maleabilă turnată în piese. Mărci și condiții generale; STAS 6071-75. Fontă cu grafit nodular, turnată în piese. Condiții tehnice generale de calitate; STAS 563-75. Fontă cenușie cu grafit lamelar, turnată în piese. Condiții generale de calitate; STAS 10066-75. Fonta austenitică turnată în piese. Mărci și condiții tehnice generale de calitate; STAS 6707-73. Piese turnate din fontă antifricțiune. Mărci și condiții generale de calitate; STAS 6706-73. Piese turnate din fontă refractară. Mărci și condiții generale de calitate; STAS 201/1-71. Aliaje din aluminiu turnate în piese; STAS 197/2-76. Aliaje cupru-staniu (bronz cu staniu) turnate în piese; STAS 199/2-73. Aliaje cupru-zinc (alame) turnate în piese; STAS 6925/2-77. Aliaje de zinc turnate în piese; STAS 197/2-75. Aliaje cupru-aluminiu (bronz cu aluminiu) turnate în piese; STAS 1512-75. Aliaje cupru-plumb-staniu (bronz cu plumb) turnate în piese.

Tabelul 4

Recomandări pentru remanierea crăpăturilor și discontinuităților

Simbol	Denumirea defectului	Schița defectului	Procedeul de remaniere recomandat
D 111	Rugozități; șanțuri dese pe regiuni destul de mari ale piesei turnate		— Polizare — Chituire
D 112	Cute pe suprafața piesei		— Polizare — Chituire — Metalizare
D 113	Cute; adâncituri ondulate		— Polizare — Chituire — Metalizare — Sudare
D 114	Cute; urme de curgere		— Polizare — Chituire
D 121	Rugozitate		— Polizare — Chituire — Metalizare
D 122	Rugozitate grosolană		— Polizare — Chituire — Metalizare

D 131	Adâncitură (început de crustă)		— Polizare — Chituire — Sudare — Eutalloy
D 132	Cută (cozi de șoarece)		— Polizare — Chituire — Sudare — Eutalloy
D 133	Carii; adâncituri neregulate, de dimensiuni variate pe suprafața piesei turnate		— Polizare — Sudare — Metalizare — Chituire
D 134	Fagure		— Polizare — Metalizare — Chituire
D 135	Aderențe		— Polizare — Chituire
D 141	Retasură de suprafață		— Sudare — Dopuire — Placare — Metalock

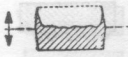
Tabelul 4 (continuare)

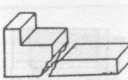
Simbol	Denumirea defectului	Schița defectului	Procedeul de remanieră recomandat
D 142	Incluziuni de zgură deschise		— Sudare — Placare — Dopuire
D 211	Adâncitură datorată deplasării unei bucăți din formă		— Sudare — Placare — Chituire
D 221 D 222	221 — Aderență de nisip 222 — Aderență termică		— Polizare — Curățare
D 223	Aderență mecanică (metal și nisip)		— Curățare — Polizare
D 224	Crustă subțire		— Dălțuire — Polizare
D 231	Crustă		— Dălțuire — Polizare — Sudare — Chituire

D 232	Cruste de fierbere		— Dălțuire — Prelucrare mecanică — Sudare — Placare
D 233	Crustă de vopsea		— Dălțuire — Polizare — Chituire — Curățare
D 241	Arsură		— Curățare — Polizare
D 242	Aderență		— Curățare — Polizare
D 243	Exfoliere		— Polizare — Metalizare — Chituire

Tabelul 5

Recomandări pentru remanierea pieselor incomplet turnate

Simbol	Denumirea defectului	Schița defectului	Procedeul de remaniere recomandat
E 111	Umplere incompletă (colțuri rotunjite)		— Metalizare — Sudare — Chituire
E 112	Deformare (defect de vopsire sau reparație)		— Polizare — Chituire
E 121	Umplere incompletă; piesă incompletă datorită solidificării premature		— Supraturnare — Încărcare prin sudare
E 122	Umplere incompletă; piesă incompletă datorită insuficienței metalului turnat		— Supraturnare — Încărcare prin sudare
E 123	Umplere incompletă datorită pierderii de metal din formă, după turnare		— Supraturnare — Încărcare prin sudare

E 124	Adâncitură; lipsă de material datorită sablării excesive		— Încărcare prin sudare — Sudare — Metalizare — Eutalloy
E 125	Deformare (topire sau deformare la tratament termic)		—
E 211 și E 231	Ruptură; piesa turnată ruptă		— Sudare — Lipire — Metalock — CWM
E 221	Ruptură (cauzată la înlăturarea prin lovire a unor adaosuri de metal)		— Chituire — Încărcare prin sudare

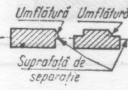
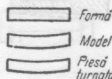
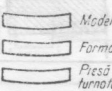
Tabelul 6

Recomandări pentru remanierea pieselor cu configurație necorespunzătoare

Simbol	Denumirea defectului	Schița defectului	Procedul de remaniere recomandat
F 111	Dimensiune necorespunzătoare (contractie incorect prevăzută)		— Prelucrare mecanică — Metalizare — Încărcare prin sudare
F 121	Dimensiune necorespunzătoare (contractie frînătă)		— Prelucrare mecanică — Încărcare prin sudare
F 122	Dimensiune necorespunzătoare (contractie neuniformă)		— Prelucrare mecanică — Încărcare prin sudare
F 123	Deformare; datorită extragerii necorespunzătoare a modelului		— Prelucrare mecanică — Polizare

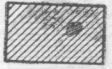
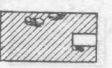
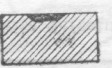
F 124	Deformare; datorită dilatării formei în timpul uscării		— Prelucrare mecanică — Încărcare prin sudare
F 125	Umflături datorită îndesării slabe a formei		— Polizare — Prelucrare mecanică
F 126	Deformare; datorită îndesării necorespunzătoare a amestecului		— Polizare — Prelucrare mecanică — Metalizare — Încărcare prin sudare
F 211	Dimensiune necorespunzătoare; piesa turnată, precum și modelul, nu corespunde desenului		Idem
F 212	Dimensiune necorespunzătoare; datorită montării greșite a modelului		Idem
F 221	Dezaxare (datorită formei)		— Prelucrare mecanică — Încărcare prin sudare

Tabelul 6 (continuare)

Simbol	Denumirea defectului	Schița defectului	Procedeele de remanieră recomandate
F 222	Dezaxare (datorită miezului)		— Prelucrare mecanică — Bucșare
F 223	Umflătură (proeminențe neregulate pe suprafețe verticale)		— Polizare — Prelucrare mecanică
F 231 și F 232	Deformare datorită modelului		— Îndreptare
F 233	Deformare datorită contracției		— Îndreptare
F 234	Deformare datorită eliminării tensiunilor remanente		— Îndreptare

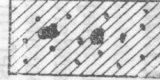
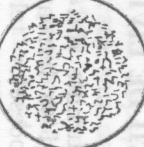
Tabelul 7

Recomandări pentru remanieră pieselor cu incluziuni nemetalice

Simbol	Denumirea defectului	Schița defectului	Procedeele de remanieră recomandate
G 111	Incluziuni metalice		—
G 112	Picătură rece		— Dăltuire — Polizare — Sudare
G 113	Picătură interioară		— Impregnare — Sudare
G 121	Incluziuni de zgură sau fondanți		— Dopuire — Sudare — Impregnare — Chituire
G 122	Sufluri de zgură		— Polizare — Placare — Încărcare prin sudare — Chituire

Tabelul 7 (continuare)

Simbol	Denumirea defectului	Schița defectului	Procedul de remaniere recomandat
G 131	Incluziuni de nisip		— Metalizare — Încărcare prin sudare — Chituire
G 132	Incluziuni de vopsea		— Polizare — Metalizare — Chituire
G 141	Incluziuni nemetalice		— Impregnare — Sudare
G 142	Incluziuni de oxizi sau pelicule de oxizi		— Sudare — Metalock

G 143	Incluziuni de grafit lucios		— Dăltuire — Sudare
G 144	Incluziuni dure în piesele turnate din aluminiu în forme metalice și sub presiune		— Impregnare
G 211 ... G 213	Necorespondența structurii la fonta cu grafit lamelar		— Tratament termic
G 221 ... G 223	Necorespondența structurii la fonta maleabilă		— Tratament termic
G 261 ... G 264	Incluziuni de grafit sub formă de cuiburi		— Tratament termic

Standardele actuale pentru piese turnate prevăd la capitolul „Condiții tehnice de calitate“, posibilitatea remanierii defectelor de turnare. Se face mențiunea că, defectele care nu se înscriu în prevederile standardelor trebuie sau pot fi înlăturate prin procedee și în condiții stabilite de comun acord între părți, ținând seama de: tipul, mărimea și de frecvența defectului, precum și de asigurarea condițiilor de funcționare și de aspect al piesei.

2.5. CONDIȚII DE LIVRARE A PIESELOR TURNATE

Piese turnate din oțel, fontă și aliaje neferoase se execută și se livrează în baza standardelor în vigoare, a proceselor tehnologice elaborate sau acceptate de compartimentul metalurg șef al întreprinderii, în conformitate cu desenul de execuție al piesei respective.

Pentru obținerea aspectului corespunzător al pieselor turnate se efectuează următoarele operații principale:

- înlăturarea de pe piesele turnate a amestecului provenit de la formă și miezuri;

- înlăturarea bavurilor, maselotelor și a altor adaosuri rezultate din turnare prin dăltuire-polizare, tăiere cu flacăra oxiacetilenică sau cu arc electric.

Pe părțile supuse prelucrării mecanice se admit resturi de bavuri sau maselote, dacă înălțimea acestora nu depășește 3—4 mm. Conform standardelor, pe suprafețele ce urmează a fi prelucrate mecanic se admit goluri sub formă de scobituri în metal, cu condiția ca acestea să nu fie mai adânci de 1/2 din adaosul de prelucrare.

Examinarea aspectului exterior al pieselor turnate se face cu ochiul liber. De obicei se face verificarea tuturor pieselor turnate, piesele care nu corespund fiind respinse. Piese turnate respinse la verificarea calității din cauza aspectului exterior pot fi prezentate la o nouă verificare numai după aplicarea procedeele de remanieră indicate pentru defectele respective.

Referitor la defectele pieselor turnate admise fără a fi necesară remanieră, se precizează următoarele:

- a) Pe suprafețele ce urmează a fi supuse prelucrării mecanice se admit fără remanieră toate defectele superficiale, dacă adâncimea lor nu depășește 1/2 din adaosul nominal pentru prelucrare sau dacă înălțimea locală a defectelor având suprafața de cel mult 4 cm² raportată la 1 dm² de suprafață prelucrată a piesei turnate nu depășește cu mai mult de 3—4 mm toleranțele piesei turnate. Suprafețele care reproduc bazele de prelucrare nu trebuie să aibă defecte care să exercite o influență negativă asupra preciziei de prelucrare mecanică.

- b) Pe suprafețele ce nu se supun prelucrării mecanice, defectele ce pătrund în adâncimea materialului, ca de exemplu: incluziuni mărunte, sufluri izolate sau sub formă de aglomerări, cute, pori, nu trebuie să pătrundă mai mult de 20% din secțiunea interioară, iar orice defect izolat să nu aibă suprafața mai mare de 1 cm² și adâncimea lui să fie sub 1/4 din grosimea peretelui piesei turnate, respectiv sub 2 mm. Distanța între defectele izolate sau aglomerări pe orice direcție trebuie să fie de cel puțin 50 mm. În cazul încovoierilor locale se admite ca această distanță să fie de maxim 30 mm și adâncime pînă la 1/4 din grosimea peretelui fără însă să depășească 2 mm. Dacă aceste defecte sînt pe ambele părți ale peretelui, trebuie ca ele să nu fie în aceeași secțiune, decalarea trebuie să constituie cel

puțin 1,5 grosimea peretelui. Defectele trebuie să fie bine curățate pentru a nu înrăutăți aspectul estetic al piesei turnate.

c) Defectele aflate pe suprafața peretelui, cum sînt: arsurile și crustele, nu trebuie să înrăutățească aspectul estetic al piesei turnate și indiferent de mărimea lor ele vor fi curățate.

d) Ca urmare a înlăturării defectelor se poate admite o subțiere locală a pereților pînă la $1/6$ din grosimea lor peste toleranțele prescrise pentru piesele turnate, dacă suprafața totală nu depășește 20 cm^2 , iar suprafața subțiată 10 cm^2 .

e) Se admite o îngroșare locală a pereților pieselor turnate cu cel mult $1/3$ din grosimea peretelui peste toleranța prescrisă, dacă această suprafață îngroșată nu depășește 50% din suprafața pereților. Din motive de estetică se admite remanierea defectelor c — e prin chituire, polizare sau vopsire.

2.6. DEFECTE REMANIABILE

Prin aplicarea remanierii pieselor turnate cu defecte se realizează efecte economice importante, care constau în:

- îmbunătățirea calității pieselor turnate;
- reducerea consumului de metal, combustibil și energie;
- scurtarea ciclului de fabricație;
- reducerea prețului de cost;
- creșterea beneficiului întreprinderii.

Dacă se au în vedere posibilitățile tehnologice ale procesului de fabricație a pieselor turnate bazate pe progresul tehnic realizat în ultimii ani, precum și de dezvoltarea și modernizarea procedeelor de remaniere

se apreciază că indicația de interdicere a remanierii este greșită și trebuie reconsiderată.

Activitatea practică a scos în evidență faptul că în procesul de fabricație a produselor indicații de tipul celei de mai înainte conduc adesea la polemici îndelungate, acționînd în sens negativ asupra utilității pieselor turnate și aprecierii de ansamblu a calității produsului finit. Datele obținute din analizele efectuate în mai multe întreprinderi constructoare de mașini arată că prin aplicarea corectă a tehnologiilor de remaniere sub o severă supraveghere și cu o asistență tehnică competentă se recuperează peste 60% din ponderea pieselor declarate inițial rebut, care apoi se folosesc cu succes în exploatare, în concordanță cu destinația lor.

În majoritatea întreprinderilor cu turnătorii proprii remanierea defectelor la piesele turnate se face pe baza instrucțiunilor tehnice existente. Calitatea și conținutul acestor instrucțiuni diferă de la întreprindere la întreprindere. Pentru generalizarea experienței înaintate în toate întreprinderile constructoare de mașini este necesar să se elaboreze instrucțiuni tehnice de remaniere, precum și norme de execuție, pregătire și efectuare a remanierilor la nivel departamental.

În scopul reducerii rebuturilor, ceea ce înseamnă recuperarea unor piese turnate, care nu au fost acceptate de compartimentul C.T.C. al secției respectiv pe motiv că nu se înscriu în prescripțiile de execuție este necesar să se aibă în vedere următoarele recomandări:

1) Categorișirea corectă a pieselor turnate cu defecte în piese ce pot fi remaniate (rebut parțial) și piese ce sînt rebutate definitiv, trebuie efectuată de o persoană sau un compartiment desemnat special în acest scop, care trebuie să aibă o înaltă competență profesională.

2) Remanierea pieselor turnate cu defecte trebuie să fie aplicată numai dacă se justifică din punct de vedere economic, iar calitatea pieselor turnate și remaniate va îndeplini cerințele prevăzute în documentația de execuție, atît în ceea ce privește rezistența mecanică cît și proprietățile funcționale.

3) Nu se admite remanierea pieselor turnate pe baza unor specificații separate, altele decît cele cuprinse în documentația tehnică de execuție.

4) Pregătirea corespunzătoare a zonelor sau suprafețelor ce urmează a fi supuse remanierii, conform documentației tehnologice pentru fiecare categorie de defect și metodă de remaniere.

5) La remanierea prin sudare trebuie avut în vedere ca îmbinările sudate să fie continue, sudura să fie bine pătrunsă, straturile să fie nivelate la suprafața piesei turnate, cusătura sudată să nu conțină incluziuni de zgură, pori de gaz și alte impurități. Locurile sudate trebuie să fie bine curățate.

6) Duritatea locurilor sudate de pe suprafețele supuse prelucrării mecanice nu trebuie să depășească cu mai mult de 30 HB limita superioară a metalului de bază supus remanierii. Duritatea locurilor remaniate pe suprafețele care nu se prelucrează mecanic nu trebuie să depășească 320 HB.

7) Remanierea cu materiale plastice se admite în cazul acelor piese turnate la care temperatura de lucru în exploatare nu depășește temperatura maximă admisibilă, indicată de producătorul pentru materialele plastice respective. Procedul se poate aplica pe suprafețele neprelucrate (brute), care nu sînt supuse la solicitări mari în funcționare precum și în cazul suprafețelor care nu participă la procesul de producție

în exploatarea piesei. După remaniere nu se mai admite supunerea piesei la tratament termic.

8) De aplicarea corectă a tehnologiilor de remaniere a pieselor turnate în baza prescripțiilor tehnice aprobate răspunde personalul din compartimentul C.T.C. al turnătoriei — atelierul de remaniere sau finisare.

9) Piese turnate și remaniate în baza instrucțiunilor tehnice aprobate, la întocmirea cărora se ține seama de aceste recomandări se pot considera piese bune.

10) Piese turnate și remaniate, la care controlul de calitate constată încă defecte inadmisibile sau executare greșită a remanierilor vor fi restituite pentru a doua remaniere, iar după executarea acestora sînt prezentate din nou C.T.C.-ului pentru recepție.

11) Din punct de vedere al structurii pieselor turnate, zona remaniată trebuie să fie compactă, să nu prezinte pori, retasuri, crăpături, incluziuni de amestec sau zgură, înălbiri sau alte defecte care pot provoca scăderea rezistenței metalului.

12) Etanșeitarea pieselor remaniate se asigură de regulă prin impregnarea cu rășini epoxidice sau prin alte soluții pe bază de silicat de sodiu. Verificarea etanșeității pieselor turnate cu respectarea parametrilor ceruți se face numai în prezența reprezentantului C.T.C. Se admite remanierea pentru etanșare de două ori pentru același defect.

13) Pentru verificarea calității cusăturii sudate și în special a caracteristicilor mecanice se recomandă executarea de probe martor, luate din același metal cu cel al piesei și de grosime pe cît posibil egală cu grosimea peretelui cu defect ce trebuie remaniat. Parametrii tehnologici de sudare precum și pregătirea probei martor și a piesei de remaniat vor fi pe cît posibil

aceiași. Pentru executarea probelor se vor respecta prescripțiile din tehnologia de executare a pieselor turnate.

2.7. METODE PENTRU VERIFICAREA CALITĂȚII PIESELOR TURNATE

Verificarea calității pieselor turnate se face pe loturi. Fiecare lot este constituit din piese turnate din metal de aceeași marcă provenit din aceeași șarjă de elaborare și același lot de tratament termic.

Se admite alcătuirea și completarea lotului cu piese turnate din aceeași șarjă de elaborare, provenită din mai multe loturi de tratament termic, dacă a fost executat în regim de lucru similar și cu înregistrarea obligatorie a parametrilor regimului termic de lucru, în care scop se folosesc automate de reglare și control. Mărimea lotului pentru care se efectuează verificarea calității se stabilește, de regulă, de comun acord între producător și beneficiar.

Epruvetele pentru determinarea caracteristicilor mecanice se toarnă separat în condiții tehnologice identice cu cele ale pieselor turnate, numărul necesar al primelor probe prelevându-se din fiecare șarjă. La înțelegere între producător și beneficiar, în funcție de importanța piesei epruvetele se pot turna sub formă de adaos suplimentar (apendice) la piesă sau se pot decupa epruvete chiar din piesele turnate, dintr-un loc situat la o distanță de maximum 30 mm de suprafața exterioară a pereților acestora.

Tratamentul termic al probelor trebuie să se facă simultan cu cel al pieselor turnate din lotul respectiv. Rezultatele obținute pe epruvete prelucrate necores-

punzător sau cu defecte de turnare nu se iau în considerare, putând fi înlocuite.

Principalele încercări prescrise pentru verificarea calității pieselor turnate sînt:

- verificarea aspectului care se face pe fiecare piesă, cu ochiul liber;

- verificarea formei și a dimensiunilor, care se face pe un număr de piese din lot, stabilit prin standardul respectiv de produs;

- analiza chimică a aliajului metalic, efectuată în conformitate cu prevederile standardelor de metode de analiză pentru piese turnate, se admit numai șarjele corespunzătoare;

- încercările mecanice: rezistența la rupere, limita de curgere, alungirea și reziliența.

Piesele turnate, care cu ocazia prelucrării mecanice efectuată la beneficiar se rebutează datorită defectelor de turnare ce nu au fost depistate la verificarea calității și deci nu au putut fi remaniate se înlocuiesc în baza prevederilor standardelor în vigoare. Înlocuirea cu piese bune se face numai dacă nu sînt alte prevederi stipulate în contract. Piesele rebutate rămîn la dispoziția producătorului.

Din considerente economice și tehnologice, la producătorii de piese turnate se manifestă tendința de a executa piese voluminoase și cu configurație simplă care să necesite manoperă redusă și să consume cît mai puțină energie. Din punct de vedere al beneficiarului tendințele sînt opuse deoarece condițiile impuse pieselor turnate privitoare la precizia dimensiunilor, respectiv la calitatea suprafețelor sînt tot mai severe.

Verificarea dimensiunilor pieselor turnate în funcție de dimensiuni și configurație se face cu ajutorul instrumentelor de măsurat obișnuite sau utilizînd șa-

bloane și calibre corespunzătoare. Măsurările se efectuează avînd în vedere bazele constructive și tehnologice ale piesei turnate, așa cum se ilustrează în fig. 2.

Dacă trebuie să fie verificate simultan mai multe dimensiuni se folosesc aparate de control speciale, ca

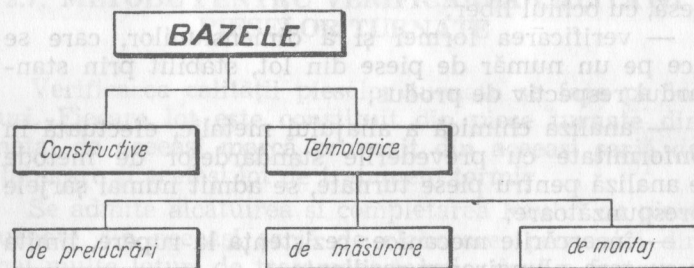


Fig. 2. Clasificarea bazelor măsurătorilor.

de exemplu aparatele folosite pentru controlul blocului motor al motoarelor cu combustie internă.

Metodele de evaluarea calității suprafeței unei piese turnate pot fi directe și indirecte.

În cazul aplicării metodelor directe, evaluarea calității suprafețelor turnate se face prin compararea vizuală sau prin palparea suprafeței examinate cu ajutorul etaloanelor de rugozitate. Pentru verificarea prin metode indirecte se folosesc aparate și microscopie de măsurat rugozitatea suprafețelor bazate pe proiecția rizurilor.

3. DETECTAREA DEFECTELOR PIESELOR TURNATE

Așa cum s-a arătat, datorită complexității proceselor de turnare a pieselor, deși se aplică tehnologii noi și se folosește echipament la nivelul cerințelor industriei moderne, numărul și diversitatea defectelor exterioare și mai ales a celor interioare este încă foarte mare.

Pentru detectarea defectelor interioare de turnare, operație deosebit de importantă în procesul de fabricație a pieselor turnate de calitate, au fost dezvoltate o serie de metode distructive și nedistructive, care, dacă sînt și interpretate corect, dau tehnicienilor din

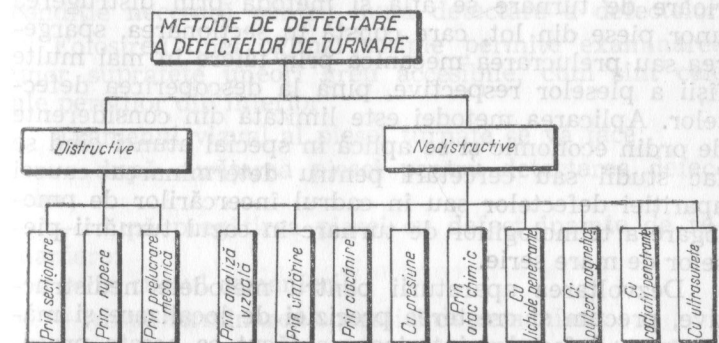


Fig. 3. Metode de detectare a defectelor.

turnătorii suficientă certitudine cu privire la eficiența detectării defectelor din piesele turnate. Metodele de detectare a defectelor de turnare sînt prezentate în fig. 3.

Controlul pieselor turnate prin metode nedistructive a fost larg răspîdit în ultimii ani, contribuind în mare măsură la îmbunătățirea calității pieselor și la perfecționarea tehnologiilor de fabricație. Pe de altă parte, detectarea nedistructivă a defectelor dau beneficiarilor certitudinea calității corespunzătoare a pieselor turnate [7].

Metodele practice de detectare menționate în această lucrare sînt dintre cele mai uzuale și indicarea lor se face în scopul de a facilita eforturile tehnicienilor care le aplică sau doresc să le aplice.

3.1. METODE DISTRUCTIVE DE DETECTARE A DEFECTELOR DE TURNARE

În cadrul metodelor de detectare a defectelor interioare de turnare se află și metoda prin distrugerea unor piese din lot, care constă în secționarea, spargerea sau prelucrarea mecanică prin tăiere în mai multe fișii a pieselor respective, pînă la descoperirea defectelor. Aplicarea metodei este limitată din considerente de ordin economic și se aplică în special atunci cînd se fac studii sau cercetări pentru determinarea cauzei apariției defectelor sau în cadrul încercărilor de omologare a tehnologiilor de turnare în cazul turnării pieselor de mare serie.

Dezvoltarea aparatului pentru metodele nedistructive, precum și creșterea preciziei de localizare și măsurare a defectelor interioare a făcut ca aceste procedee să fie utilizate din ce în ce mai larg în turnătorii.

În aplicarea diverselor aparate și metode de detectare a defectelor interioare de turnare este necesară o anumită experiență, precum și cunoștințe temeinice pentru interpretarea și evaluarea corectă a rezultatelor.

3.2. METODE NEDISTRUCTIVE

3.2.1. Detectarea vizuală a defectelor

Examinarea vizuală a pieselor turnate completează toate metodele nedistructive; ea trebuie să le precedă sau să le succedă în desfășurarea operației de control. Controlul vizual se face pentru fiecare piesă, în toate fazele de aplicare a metodelor de control nedistructiv a pieselor turnate. Controlul vizual trebuie să fie întotdeauna efectuat în condiții bune de iluminare. Se recomandă utilizarea lămpilor portative, alimentate la 24 V, care permit o manevrare ușoară și orientarea luminii perpendicular pe suprafața piesei examinate, condiție necesară pentru buna detectare a defectelor.

Folosirea unei oglinzi simple permite examinarea unor suprafețe uneori greu accesibile, cum sînt cele ale pereților din interior.

Examenul vizual al piesei turnate se va face:

- după curățarea piesei pentru detectarea defectelor;
- după pregătirea piesei cu defect înainte de remaniere;
- în cursul remanierii;
- după terminarea operației de remaniere.

Înainte de examenul final, suprafața piesei trebuie să fie pregătită de preferință printr-o ușoară polizare

pentru a pune în evidență fisurile sau amorsele de fisurare, rămase după remaniere.

În cursul prelucrării mecanice observarea piesei ce se prelucrează trebuie să fie efectuată în mod continuu.

Dacă prelucrarea de eboșare nu se realizează în turnătorie, aceasta va trebui urmărită în atelierul prelucrător pentru localizarea eventualelor defecte de sub suprafața piesei turnate.

3.2.2. Detectarea prin cîntărire

Prin cîntărirea piesei și cunoscînd volumul se poate determina masa specifică a acesteia, și deci se pune în evidență existența în piesă a unor defecte, cum sînt retasurile, incluziunile de zgură și incluziunile de nisip. Existența acestor defecte se manifestă prin scăderea masei specifice a piesei examinate.

3.2.3. Detectarea prin lovire cu ciocanul

Prin lovirea pieselor turnate din aliaje metalice se poate constata existența în interiorul piesei a unor defecte de continuitate a materialului, cum sînt golurile și crăpăturile. Piesa turnată cu defecte de continuitate a materialului, suspendată liber, produce la lovire un sunet înfundat. Metoda este foarte simplă și aplicată din cele mai vechi timpuri. Prin această metodă localizarea defectului este dificilă și nesigură.

3.2.4. Detectarea prin încercarea la presiune

Încercarea la presiune este larg folosită pentru detectarea defectelor de turnare în piesele care trebuie să reziste la verificarea etanșeității, cum sînt: armă-

turile din oțel și fontă, corpurile de pompe, elementele pentru rezervoarele de aer, cazane cu aburi, elemente de radiator, piese pentru turbine etc.

La stabilirea metodei de încercare la presiune se au în vedere presiunea și temperatura de lucru în exploatare a piesei examinate. Cînd piesa examinată este executată din aliaj susceptibil la fisurare sau rupere fragilă, trebuie luate anumite precauții, deoarece: prelucrările mecanice, sudura, culele și alte adîncituri existente pe piesă pot acționa ca amorse de creștătură și pot conduce la fisurări premature ale piesei de încercat. Condițiile de executare a încercărilor la presiune se stabilesc de comun acord între producător și beneficiar.

Echipamentul necesar efectuării încercărilor la presiune este format din: pompe de presiune, manometre, dispozitive cu blocaje, prese, garnituri de etanșare, conducte de legătură și diferite ajustaje. Parametrii și componența echipamentului se aleg în funcție de forma și dimensiunile piesei de încercat și de faptul dacă producția este de unicat sau de serie.

Pentru încercare se folosesc fluide gazoase sau lichide. Pentru încercarea la presiune pneumatică, de regulă se folosește aerul, zonele suspectate se ung cu săpun sau, dacă piesa nu este prea mare, se cufundă în apă. Proba hidraulică este efectuată în mod curent folosind apa cu sau fără aditiv colorant sau fluorescent.

La aplicarea metodei de detectare a defectelor prin verificarea la presiune se vor lua următoarele măsuri de precauție:

- se va verifica grosimea pereților piesei turnate în special în zonele greu accesibile;
- se va efectua în prealabil un control cu ultrasunete;

— presiunea de încercare trebuie să crească gradat;
— încercarea pneumatică se recomandă să fie precedată de încercarea hidraulică, în locuri special amenajate cu dispozitive de protecție și cu posibilitatea supravegherii de la distanță; se subliniază că în cursul unei probe pneumatice, o fisură poate conduce la o explozie cu fragmentare, care este foarte periculoasă.

Beneficiarul trebuie să specifice în comandă presiunea de încercare, durata de încercare, fluidul de încercare și temperatura la care se face încercarea de presiune. După constatarea și remanierea defectului se menționează dacă încercarea la presiune se repetă, cu precizarea condițiilor pentru aceasta.

Pe parcursul încercării la presiune, comportarea piesei turnate se va urmări printr-un examen vizual efectuat în mod continuu până la atingerea presiunii maxime. Menținerea piesei la presiune maximă se va face în locuri special amenajate, iar supravegherea comportării piesei se face de la distanță, prin urmărirea indicațiilor de pe manometrele de presiune. După terminarea încercării, presiunea se va reduce în mod treptat.

3.2.5. Detectarea prin decapare și atac cu acid

Decaparea și atacarea cu acid este aplicată în turnătorii ca metodă de curățare și de decalaminare. Prin atacarea pieselor turnate se obține o suprafață corespunzătoare examinării defectelor superficiale.

Pentru decaparea cu acid se folosesc cuve metalice căptușite cu plumb, pentru decaparea cu acid sulfuric cuve de cauciuc, pentru decaparea cu acid clorhidric vase ceramice ori emailate. Concentrația băilor de acid este între 10 și 25%, funcție de compoziția chimică a aliajului din care este confecționată piesa ce se tra-

tează. De exemplu, pentru decaparea cu acid sulfuric a pieselor turnate din oțel-carbon și oțeluri slab aliate, proporția de acid depășește cu puțin concentrația de 10% la o temperatură a băii de 60...80°C.

După decapare, care durează circa 1,5 h, piesele trebuie să fie spălate imediat și uscate.

Pentru piesele din oțel inoxidabil și refractar se recomandă ca decaparea să se facă într-o soluție apoasă cu 10% acid clorhidric, 2,5% acid florhidric, la temperatura de 50...60°C, timp de o oră. După decapare piesele sînt cufundate într-o soluție apoasă cu concentrația de 20% acid azotic la 20°C.

În cazul examinării piesei pentru detectarea fisurilor atacarea trebuie să fie urmată de clătire în apă, iar suprafața respectivă trebuie uscată repede, prin ștergerea piesei cu un tampon de vată înmuiat în acetone sau alcool. După 1...2 min de la uscare, urmele de reactiv rămase în adîncimea fisurilor fine sînt uscate și pata este localizată la suprafață pentru examinarea vizuală. Piesa trebuie uscată și examinată pe toate suprafețele înainte de a se produce oxidarea.

Metoda de încercare cuprinde trei faze:

1) Pregătirea suprafeței înainte de tratare cu acid; piesa trebuie să fie curățată de nisip, pete de ulei sau alte grăsimi. Suprafețele pieselor turnate trebuie să fie debavurate, iar acele suprafețe la care urmează să se examineze pentru detectarea, de exemplu, a microfisurilor, trebuie să fie șlefuite.

2) Aplicarea soluției de decapare (de acid) se poate face prin imersarea piesei în baie sau prin efectuarea atacului localizat, folosind în acest caz reactivi rapizi.

3) Curățarea piesei după atacare constă în înlăturarea resturilor de acizi cu peria de sîrmă, urmată de clătirea cu apă sau tratarea cu aburi.

3.2.6. Detectarea defectelor cu ajutorul substanțelor penetrante

Principiul metodei constă în aplicarea pe suprafața supusă examinării a unui lichid penetrant, care pătrunde în discontinuitățile existente punându-le în evidență prin contrast după aplicarea unui developant. Aplicarea developantului se face după îndepărtarea prealabilă a excesului de lichid penetrant.

Prin procedeul de penetrare cu ajutorul unor lichide se pot examina piesele turnate din toate tipurile de aliaje. De exemplu, această metodă se poate aplica la piesele turnate din oțel austenitic Cr-Ni și cu mangan, pentru care unele metode cum sînt cele magnetice nu sînt utilizabile.

Metoda tradițională de control prin penetrație aplicată în turnătorii este cu ulei și cretă, în care uleiul de parafină servește ca lichid penetrant și creta ca developant.

Sensibilitatea acestei metode de control este foarte redusă și de aceea nu se recomandă, mai ales la piesele de mare importanță în exploatare. Aplicarea metodelor de detectare a defectelor prin penetrație de mai mare precizie necesită folosirea de produse chimice toxice, inflamabile și volatile, motiv pentru care trebuie luate măsuri de prevenirea accidentelor. Încăperile unde se efectuează controlul trebuie să fie bine ventilate, iar operațiile de control să se facă departe de sursele de căldură și în special a celor cu flacără. În cazul folosirii de produse penetrante fluorescente se recomandă sursele de lumină cu lămpi ultraviolete. În acest caz se va avea grijă ca radiația luminoasă să nu fie îndreptată spre ochii operatorului.

Produsele penetrante folosite pentru încercări (STAS 10214-75) se împart în două grupe:

— după contrast, și pot fi: penetranți coloranți, fluorescenți sau cu alt tip de contrast (de exemplu produse radioactive);

— după solubilitate, și pot fi: solubili în apă sau în solvenți organici sau cu post-emulsionare.

Materialele folosite pentru controlul cu lichide penetrante trebuie să nu dea reacții chimice cu materialul piesei de examinat și să fie din aceeași categorie de lichide penetrante, pentru a nu reacționa chimic între ele.

Înainte de depunerea lichidului penetrant pe suprafața de examinat, aceasta trebuie să fie curățată de zgură, rugină, grăsimi, uleiuri sau vopsea. Metodele de curățare recomandate sînt:

— spălare cu solvenți organici, tricloretilenă sau detergenți pentru îndepărtarea impurităților organice cum sînt: grăsimile, uleiurile și vopselele;

— degresare sau spălare prin suflare cu vapori de solvenți organici, ca de exemplu, tricloretilenă, tetraclorură de carbon;

— decapare cu soluții de baze calde și de acizi.

După curățarea piesa se clătește cu apă și se usucă pentru evaporarea solvenților rămași în defecte, care pot împiedica accesul soluției penetrante.

La aplicarea soluției penetrante se va ține seama ca temperatura suprafeței de examinat să fie cuprinsă între 15 ... 50°C.

Penetrantul se aplică pe suprafața de examinat prin pulverizare (spray), imersare sau cu ajutorul pensulei, urmărindu-se udarea uniformă a suprafeței.

Principalele faze ale detectării defectelor în soluții penetrante sînt: aplicarea lichidului, spălarea și șter-

gere, aplicarea absorbantului, examinarea petei după 5 și după 30 min (fig. 4).

Timpul necesar pentru penetrare este indicat în tabelul 8, pentru diferite aliaje utilizate la turnarea pieselor.

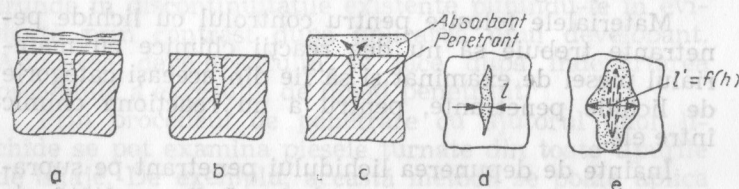


Fig. 4. Etapele detectării defectelor exterioare cu soluții penetrante:

a — aplicarea soluției; b — spălarea și ștergerea; c — aplicarea absorbantului pentru contrast; d — examinarea petei după 5 min; e — examinarea petei după 30 min.

Agentul de emulsionare, în cazul folosirii soluțiilor de penetrare cu post-emulsionare se aplică după trecerea timpului de penetrare, timpul de emulsionare fiind între 5...10 min.

Uscarea piesei de examinat se realizează prin evaporarea naturală sau accelerată (încălzirea piesei, suflare cu aer cald etc.).

În ultimii ani, atît degresantul (tricloretilena), lichidul penetrant, cît și developantul (suspensia de particule foarte fine de cretă în tricloretilenă) se aplică sub formă de spray-uri.

Soluția de degresare cît și cea de developare se evaporă instantaneu în aer la temperatura camerei, nemaifiind nevoie de uscări artificiale.

Coloranții soluțiilor de penetrare trebuie să aibă o intensitate de colorare foarte mare deoarece de aceasta depinde gradul de sensibilitate al metodei.

Tabelul 8

Aliajul turnat în piese	Tipul defectului	Timpul de penetrare (min) valori medii la temperatura de 16...32°C	
		Soluții penetrante Solubile în apă	Solubile în solvenți organici și cu post-emulsionare
Oțel	sufhuri, goluri, cute, crăpături	30	10
Fontă	sufhuri, retasuri, cute, crăpături	20 30	10 20
Aluminiu	sufhuri, retasuri, crăpături	5...15 30	5 10
Cupru	sufhuri, retasuri, crăpături	10 30	5 10
Magneziu	sufhuri, retasuri, crăpături	15 30	5 10

Examinarea suprafeței controlate cu soluții penetrante colorante se face vizual la lumină difuză de minimum 500 lx. Se recomandă folosirea unei lămpi fluorescente de 80 W, la o distanță de circa 1 m. Examinarea se poate face și la lumină ultravioletă, în camere întunecate sau slab luminate. Sursa folosită trebuie să nu producă pe suprafața controlată umbre sau reflexii.

La aprecierea rezultatelor controlului efectuat cu soluții penetrante se va avea în vedere că:

— prezența unei cantități de soluție penetrantă pe fondul developantului indică posibilitatea existenței unui defect;

— defectele de suprafață, cum sînt crăpăturile și cutele apar sub formă de linii continue care se largesc în timp;

— crăpăturile foarte fine apar sub formă de linii punctate;

— suflurile izolate apar sub formă de puncte dispersate, iar cele grupate apar ca puncte mai compacte sau sub formă de pete.

În cazul că apare necesitatea de repetare a controlului se recomandă să se utilizeze aceleași soluții penetrante ca la controlul inițial, pentru evitarea producerii de reacții chimice între diferitele tipuri de penetranți.

3.2.7. Detectarea defectelor cu pulberi magnetice

Metoda de detectare a defectelor de turnare cu pulberi magnetice se bazează pe diferența de permeabilitate magnetică dintre metalul compact și locul defect. Liniile de flux magnetic ocolesc discontinuitățile sau incluziunile nemetalice care au permeabilitate magnetică mai redusă conturînd astfel defectul.

Pulberea magnetică depusă pe suprafața piesei examinate indică locul, forma și dimensiunea aproximativă a defectului [54].

În funcție de direcția de propagare a fluxului magnetic se pot detecta defectele orientate favorabil în piesă și anume perpendicular pe aceasta, după cum reiese din fig. 5.

Prin efectuarea probelor de detectare cu pulberi magnetice se pot identifica defecte de suprafață sau din

imediată apropiere a suprafeței pieselor turnate din aliaje metalice feromagnetice.

De regulă adîncimea maximă la care o asemenea metodă poate detecta defectele e în funcție de: geo-

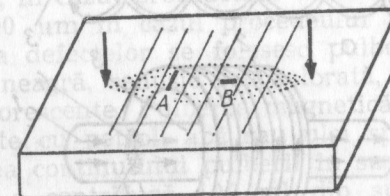


Fig. 5. Detectarea magnetică a defectelor:

A — defect nedetectabil; B — defect detectabil.

metria piesei, structura aliajului și de intensitatea curentului utilizat.

Controlul pieselor cu ajutorul pulberilor magnetice se poate realiza prin magnetizare liniară (polară), magnetizare circulară (transversală) și prin magnetizare mixtă. Principiul magnetizării liniare se poate urmări în fig. 6, a și b.

Principiul magnetizării circulare poate fi urmărit pe fig. 7.

Magnetizarea liniară (polară) se obține cu ajutorul magneților permanenți, al electromagneților și al bobinelor de magnetizare, care pot fi alimentate de surse de curent continuu, alternativ sau impulsuri de curent.

Magnetizarea mixtă se obține prin folosirea concomitentă atât a magnetizării liniare cît și a celei circulare cunoscută în practică sub denumirea de magnetizare la 90°; se recomandă la detectarea defectelor cu orientări diferite.

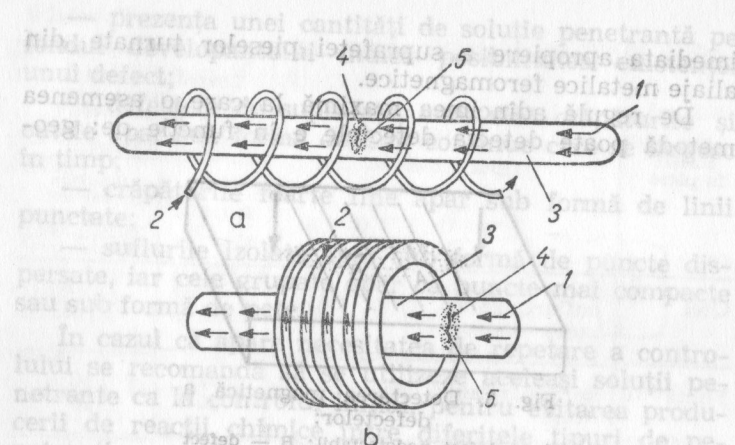


Fig. 6. Schema magnetizării liniare:

1 — cîmpul magnetic; 2 — bobină; 3 — piesa examinată; 4 — defectul de turnare; 5 — pulberi orientate sub acțiunea cîmpului magnetic.

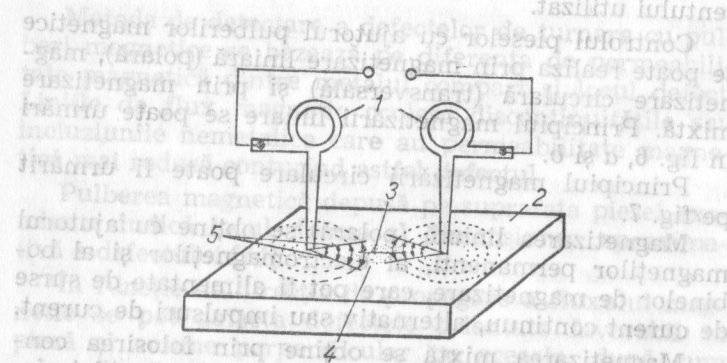


Fig. 7. Schema magnetizării circulare:

1 — electrozi; 2 — piesa examinată; 3 — defectul de detectat; 4 — granule de fier orientate; 5 — cîmpul magnetic.

Pulberea magnetică trebuie să fie dintr-un material cu permeabilitate magnetică mare și cu magnetizare remanentă scăzută (diferiți oxizi de fier). Ea trebuie să fie omogenă, cu mărimea particulelor de $1 \dots 10 \mu\text{m}$, în cazul procedurii umede și cu mărimea de $40 \dots 400 \mu\text{m}$ în cazul procedurii uscate. Pentru identificarea defectelor se folosesc pulberi magnetice de culoare neagră, cenușie sau colorată, iar în cazuri speciale fluorescente. Pulberea magnetică în suspensie se pregătește cu petrol, apă sau ulei special. Pentru determinarea conținutului pulberii în suspensie se introduc într-o centrifugă 100 ml din suspensie bine amestecată și se centrifughează timp de 30 min, după care se măsoară cantitatea de pulbere depusă. În cazul pulberii negre, cenușii sau colorate, suspensia se consideră corespunzătoare dacă depunerea este cuprinsă între $1,2 \dots 2,4 \text{ cm}^2$, iar în cazul pulberii fluorescente de $0,1 \dots 0,7 \text{ cm}^2$.

Pentru obținerea rezultatelor concludente, pregătirea suprafeței de controlat are un rol deosebit, deoarece sensibilitatea metodei depinde de calitatea prelucrării suprafețelor controlate. În cazul pieselor controlate după prelucrarea mecanică, rugozitatea suprafeței determinate conform STAS 5730-66, trebuie să fie sub 12,5 Ra. Înainte de control, piesele trebuie să fie bine curățate sau degresate, iar cele care au fost supuse magnetizării vor fi demagnetizate.

Capacitatea de magnetizare slabă sau puternică a unei piese turnate depinde de structură și starea suprafeței. Pulberea se aplică pe piesă prin procedee umede, și constă din următoarele etape:

1) Stabilirea curentului de magnetizare, deoarece intensitatea cîmpului magnetic la suprafața piesei depinde de dimensiunile, forma, proprietățile magnetice,

precum și de sensibilitatea cerută. Calculul curentului de magnetizare în cazul magnetizării circulare se face după relația

$$I = 0,1 \pi H D \quad [\text{A}], \quad (1)$$

în care: D este diametrul piesei, în mm;
 H — intensitatea cîmpului magnetic, în A/cm;
 $0,1$ — coeficient.

Valoarea intensității cîmpului magnetic H se determină după curba de magnetizare (ciclul histerezis) specifică aliajului din care este turnată piesa. Pentru aplicații industriale curentul de magnetizare se poate determina cu destulă precizie și cu formula

$$I = \alpha D, \quad (2)$$

în care: D este diametrul piesei, în mm;
 α — coeficient, care se ia egal cu $8 \dots 10$ sau mai mare, în funcție de condițiile de dificultate ale controlului.

2) Pentru identificarea corectă a defectului este necesar ca direcția liniilor cîmpului magnetic să fie perpendiculară pe direcția defectului; dacă nu se cunoaște direcția acestuia, piesa se magnetizează în cel puțin două direcții perpendiculare, simultan sau consecutiv.

3) Examinarea piesei după aplicarea suspensiei se face vizual la lumină difuză de minimum 500 lx. Se recomandă folosirea unui tub fluorescent de 80 W la o distanță de circa 1 m sau a unui bec de 100 W la circa 2 m distanță. În cazul examinării pieselor cu pulberi fluorescente se folosește lumina ultravioletă în camere întunecate sau slab iluminate.

4) Aprecierea rezultatelor se face analizînd aglomerarea pulberii. Concentrarea acesteia într-o zonă a

piesei indică prezența posibilă a unui defect, aglomerările putînd apărea și în locuri fără defect (defect fals), în acest caz recomandîndu-se repetarea controlului.

5) Demagnetizarea este operația care se face prin așezarea piesei într-un cîmp produs de un curent alternativ sau de un curent continuu care să creeze un cîmp magnetic invers cîmpului piesei magnetice.

6) Deoarece în tehnica detectării defectelor cu pulberi magnetice se folosesc materiale toxice, inflamabile și volatile, trebuie luate măsuri speciale de protecție. De exemplu, la utilizarea surselor de căldură deschise, încăperile trebuie să fie bine aerisite sau ventilate.

3.2.8. Defectosopia prin radiații penetrante

Detectarea defectelor din piesele turnate cu ajutorul radiațiilor penetrante, este o tehnică larg utilizată în turnătoriile de piese turnate. Metoda se aplică pentru toate tipurile de aliaje.

În conformitate cu prevederile STAS 6606-75, care se referă la metoda de defectoscopie cu radiații penetrante, utilizată în controlul îmbinărilor sudate sînt utilizate două tehnici de radiografiere: tehnica A și tehnica B.

Stabilirea acestor tehnici se bazează pe influența pe care dimensiunile petei focale sau ale sursei de radiații precum și diferența între distanța maximă și minimă străbătută de radiații prin materialul controlat o are asupra calității imaginii. Calitatea imaginii este cu atît mai bună pentru o radiografie cu cît diferența de drum străbătută de radiații prin material este mai mică iar dimensiunea sursei de radiații sau a petei focale este mai redusă.

Tehnica A, caracterizată printr-o sensibilitate mai redusă, impune ca această diferență de drum să nu

depășească 10% din distanța minimă străbătută de radiații prin metalul radiografiat. Tehnica B asigură sensibilitate mai ridicată, mărește această restricție la 6%.

Ambele tehnici se utilizează atât pentru controlul cu radiații X cât și cu radiații γ .

Suprafața ce urmează a fi supusă controlului, trebuie să fie bine curățată de amestecul de formare, debavurată, să fie fără cruste etc.

Pentru identificarea radiografiilor se utilizează simboluri din plumb — litere și cifre — care se așează pe caseta radiografică, între materialul controlat și casetă.

Simbolurile trebuie astfel așezate ca defectul să fie ușor de localizat. În fig. 8 este prezentat un exemplu

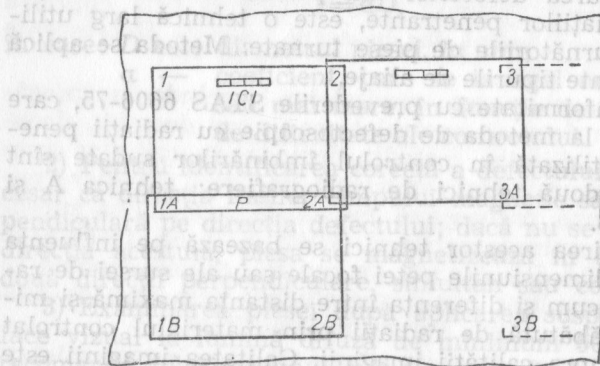


Fig. 8. Modul de așezare a filmelor pe suprafața piesei turnate.

de așezare a filmelor, simbolurilor și indicatorului de calitate al imaginii și de marcarea poziției filmului față de defect.

Geometria expunerii pieselor este importantă deoarece de aceasta depinde în mare măsură precizia și calitatea imaginii defectului detectat. Pereții pieselor turnate se radiografiază după mai multe direcții, func-

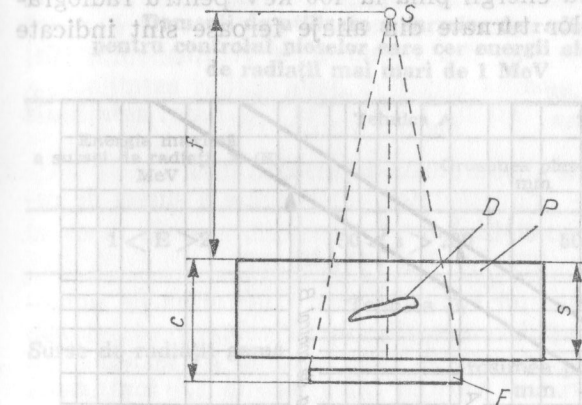


Fig. 9. Poziția sursei de radiații penetrante față de piesă:

S — sursa de radiații; P — Piesa turnată; D — defectul de turnare; f — distanța de la sursă la suprafața piesei radiografiate; c — distanța de la suprafața piesei (pe care cad radiațiile) la film; F — filmul radiografic; s — grosimea piesei turnate.

ție de poziția sursei de radiații. În general, axa fasciculului de radiații trebuie să fie orientată către centrul secțiunii examinate, după o direcție normală la suprafața piesei și film, în punctul respectiv (fig. 9).

Pentru obținerea radiografiilor se utilizează surse de radiații X (aparate röntgen, betatroane, acceleratori LINIARI de electroni etc.) sau surse destinate contro-

lului defectoscopic cu radiații γ (gama). Alegerea sursei de radiații se face funcție de tehnica de control prescrisă, de grosimea piesei de controlat și de geometria expunerii. Domeniile de utilizare a surselor de radiații X cu energii până la 400 keV pentru radiografierea pieselor turnate din aliaje feroase sînt indicate

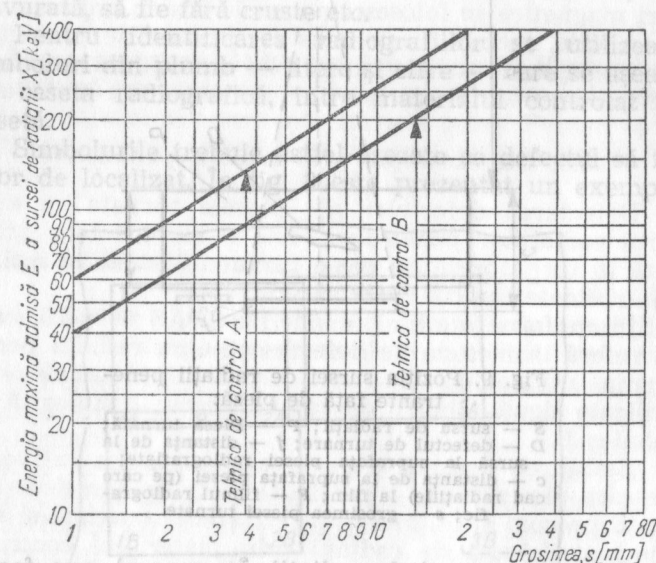


Fig. 10. Energia sursei de radiații X în funcție de grosimea piesei.

în fig. 10. Pentru controlul pieselor din aliaje neferoase, condițiile se stabilesc de la caz la caz, în funcție de piesa controlată.

Domeniile de utilizare a surselor de radiații X pentru controlul pieselor care cer energii mai mari de 1 MeV, funcție de tehnica de control sînt indicate în tabelul 9.

Tabelul 9

Domenii de utilizare a surselor de radiații pentru controlul pieselor care cer energii ale sursei de radiații mai mari de 1 MeV

Energia maximă a sursei de radiații X (E) MeV	Tehnica A	Tehnica B
	Grosimea piesei (s) mm	
$1 < E < 2$	$30 < s < 200$	$50 < s < 150$
Surse de radiații gama	Tehnica B	Tehnica A
	Grosimea piesei mm	
Ir 192	$5 < s < 100$	$20 < s < 90$
Co 60	$40 < s < 200$	$60 < s < 150$

Observații:

1. Calitatea imaginii radiografice obținute cu surse de radiații gama, folosite pentru controlul pieselor turnate cu grosimi mici, este inferioară celei obținute cu surse de radiații X avînd energie maximă (E) indicată în fig. 10.
2. Se admite și utilizarea surselor de radiații gama Tm 170, Cs 134, Cs 137 și Eu 152.

Pentru aprecierea calității imaginii radiografice se utilizează indicatori (ICI) conform prevederilor STAS 10137-75. Tipul de indicatori ICI care se utilizează

pentru detectarea defectelor se precizează prin documentația tehnică de execuție a piesei. Indicatorul ICI se așează pe suprafața piesei, de partea sursei de radiații astfel ca imaginea lui să apară pe radiografie către extremitățile filmului.

Distanța dintre film și piesă trebuie să fie minimă; distanța dintre sursă și piesă se alege astfel încât să fie satisfăcute una din următoarele relații:

$$\begin{aligned} f/d &= 7,5 \cdot s^{2/3} && \text{pentru tehnica A;} \\ f/d &= 15 \cdot s^{2/3} && \text{pentru tehnica B;} \end{aligned} \quad (3)$$

în care: f este distanța sursă-piesă, în mm;
 d — dimensiunea petei focale a sursei de radiații X, în mm;
 s — grosimea piesei, în mm.

Valorile acestor relații se dau sub formă de nomograme. În timpul încercării, filmul trebuie protejat prin utilizarea (interpunerea) unor ecrane, în general din plumb, cu grosimi variind între 0,25 și 1,5 mm, după caz. Dacă este necesar, se va utiliza un ecran așezat înaintea sau în spatele filmului sau două ecrane între care se plasează filmul. De obicei, însă, ecranele se plasează în interiorul cassettei.

Prelucrarea și examinarea radiografiilor cuprinde următoarele operații:

a) Developarea filmelor, conform specificațiilor producătorului. Radiografiile care sînt expuse necorespunzător (subexpuse sau supraexpuse) sau prezintă imagini echivoce (din tratare chimică, zgîrieturi sau alte defecte) nu se iau în considerare.

b) Radiografiile sînt apoi examinate cu ajutorul unui negatoscop.

c) Se examinează imaginea prin comparație cu indicatorul ICI pe radiografie și se determină calitatea

imaginii. Calitatea imaginii se poate aprecia prin dimensiunile găurilor și numărul de trepte vizibile pe radiografie la ICI (indicatorul de calitate a imaginii) cu trepte și găuri, sau numărul de fire vizibile la ICI cu fire. Calitatea se exprimă fie prin indicele de sensibilitate a imaginii N , fie cu dimensiunile celor mai mici detalii vizibile pe film între care există o legătură directă.

Calitatea radiografică se poate aprecia și prin sensibilitatea relativă S definită de relația

$$S(\%) = \frac{\Delta g}{g} 100, \quad (4)$$

în care: Δg este diametrul minim al găurii ICI vizibile pe film;
 g — grosimea materialului.

Se verifică dacă valorile de calitate a imaginii se înscriu în cele prescrise prin documentația tehnică de execuție a piesei controlate.

Protecția împotriva radiațiilor a persoanelor care efectuează controlul se asigură prin respectarea normelor în vigoare privind protecția împotriva radiațiilor ionizante. Dozele maxime admise pentru persoane sînt prevăzute în STAS 5942-73. Controlul pieselor turnate cu radiații penetrante se face numai de persoane autorizate în acest scop.

3.2.9. Detectarea defectelor prin ultrasunete

Controlul ultrasonice al pieselor turnate din oțel carbon și aliat are ca scop identificarea defectelor interne ca: retasuri, sufluri, crăpături, incluziuni etc., care se găsesc în interiorul peretilor pieselor turnate și nu au putut fi observate vizual.

Folosirea în secțiile de turnătorie a controlului cu ultrasunete s-a dezvoltat considerabil în ultimii ani. Utilizarea defectoscopiei cu ultrasunete în vederea detectării defectelor de turnare în piese prezintă față de metodele radiografice o serie de avantaje, ca [6]: investiții mai reduse pentru aparatură; siguranță mai mare în exploatare; manevrare mult mai ușoară; manopera de control mult mai redusă decât la alte metode; nu necesită măsuri de protecție speciale.

Cel mai important avantaj al metodei îl constituie faptul că, prin controlul ultrasonic se pot verifica piese de orice grosimi. Controlul ultrasonic prin contact, utilizând undele longitudinale și transversale este larg răspândit în tehnica verificării calității pieselor turnate. De menționat că, în toate cazurile pieselor turnate din oțel (aliat sau nealiat) controlul ultrasonic se efectuează exclusiv după tratamentul termic și remanierea defectelor de suprafață.

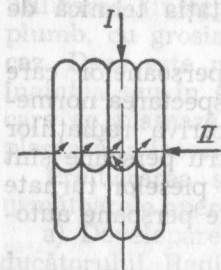


Fig. 11. Schema orientării cristalelor columnare.

Structura pieselor turnate după tratamentele termice beneficiază de o oarecare îmbunătățire a structurii, care favorizează transparența ultrasonică. După turnare, un anumit nivel de subrăcire provoacă separarea de cristale. Ele cresc totdeauna în sensul celui mai mare gradient de temperatură, astfel se obțin cristale columnare de tipul celor reprezentate schematic în fig. 11. Aceste cristale orientate după cum arată săgețile, au o transparență ultrasonică foarte bună în lungul lor (direcția I). Pe direcția II transparența este minimă. Din cauza constantei elastice foarte

diferită la limita grăuntelui o importantă cantitate de energie este reflectată și deci fasciculul este mult atenuat.

Distrugerea acestei ordonări a cristalelor prin tratamentul termic al piesei aduce o uniformizare care este favorabilă transparenței ultrasonice. În fig. 12 se observă calitatea oscilogramelor unei piese din oțel T 16 VMoC 10.

Înainte de tratament termic se observă multitudinea amplitudinilor atenuate spre adâncimea piesei, reprezentând multiplele reflexii, pe când după tratament se recunoaște ecoul de emisie, ecoul de fund și un mic ecou de defect. Modul de apreciere a defectelor identificate și condițiile de acceptare se stabilesc în standardele de produs sau în documentația tehnică de execuție a piesei turnate.

Echipamentul folosit pentru încercare constă dintr-un generator de ultrasunete, un palpator și ecranul luminos. Acesta este astfel executat încât urma punctului luminos pe ecran să fie bine definită, ușor de urmărit pe rețea rectangulară, cu scală gradată pentru măsurarea distanțelor pe ecran. Liniaritatea bazei de timp are foarte mare importanță și abaterea ei de la liniaritate pentru întreaga lățime a ecranului nu trebuie să depășească 1%, în toate domeniile de măsurare. Abaterea de la liniaritate a amplitudinii trebuie să fie mai mică de 1 dB, pentru ecouri a căror înălțime este cuprinsă între 10...50% din înălțimea ecranului.

Aparatura trebuie să asigure o înălțime a ecoului obținută de la o suprafață curbată cu raza de 100 mm a blocului de etalonare conform cu STAS 7802-67, de 3/4 din înălțimea ecranului dacă se utilizează un palpator înclinat. Construcția unui palpator este prezentată schematic în fig. 13.

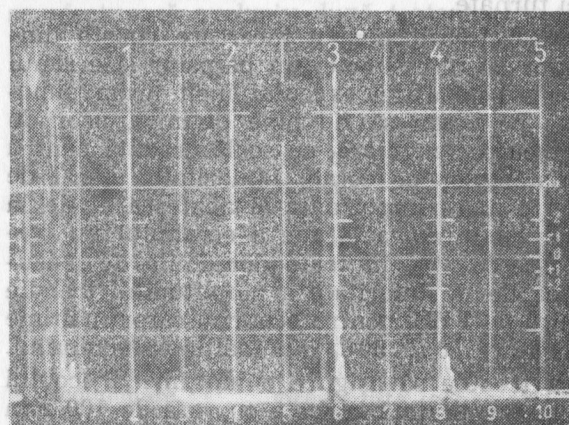
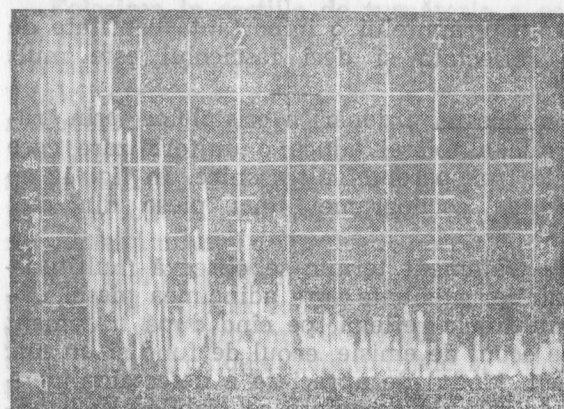


Fig. 12. Oscilogrammele la examinarea cu ultrasunete a unei piese din oțel T16VMoC10:
a — înainte de tratamentul termic; b — după tratamentul termic.

Se recomandă ca la variații ale tensiunii de alimentare cuprinse în limită de la $+10\%$ până la -15% , de la valoarea nominală, variațiile de sensibilitate să fie mai mici de 2 dB, iar decalarea impulsului pe ver-

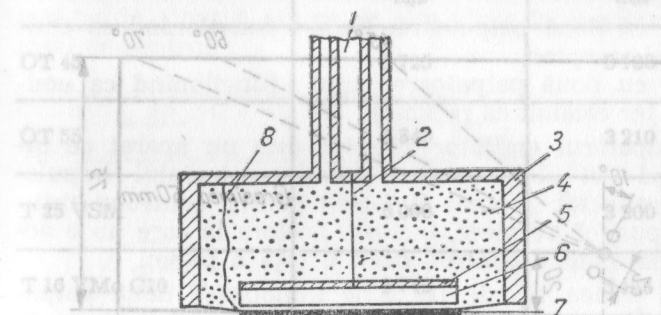


Fig. 13. Construcția palpatorului pentru ultrasunete:

1 — cablu coaxial dublu ecranat; 2 — firul activ legat de placa electrod; 3 — carcasa palpatorului; 4 — substanța de amortizare; 5 — placa electrod; 6 — transductorul piezo-electric; 7 — folia protectoare de uzură și șocuri a plăcuței de cristal; 8 — placă electrod (masa) legată la carcasa metalică.

ticală și pe orizontală să nu depășească 2 mm la aceste variații ale tensiunii. Dacă se consideră necesar, se va prevedea un stabilizator de tensiune în circuitul de alimentare al aparatului ultrasonic.

Puterea de separație a ansamblului alcătuit din aparatura electronică și palpator se verifică cu ajutorul unor blocuri de etalonare, după cum urmează:

1) În cazul undelor longitudinale și cu palpatoare normale puterea de separație se verifică conform STAS 7802-67;

2) În cazul undelor transversale și al palpatoarelor înclinate, puterea de separație se verifică în mod similar, plasînd însă palpatorul înclinat pe un bloc de etalonare special executat, a cărui construcție este re-

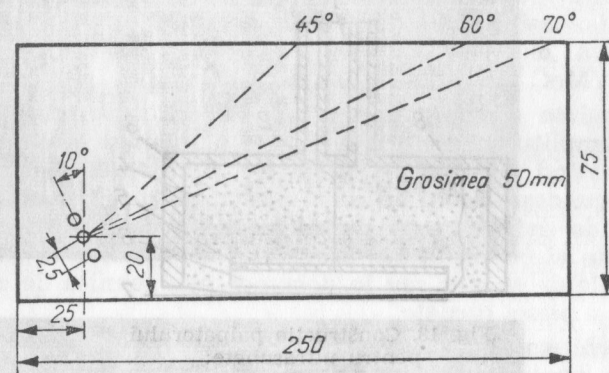


Fig. 14. Schema unui bloc de etalonare.

prezentată în fig. 14. Sînt prevăzute trei găuri echi-distante avînd diametrul 1,5 mm și adîncimea 25 mm. Totuși, nu este lipsit de interes ca laboratorul de control cu ultrasunete să-și confecționeze etaloane proprii, de grosimi, forme și calități diferite, întrucît compoziția chimică a oțelului turnat în piese are influență mare asupra fasciculului ultrasonic, atît în ceea ce privește viteza de propagare cît și în ceea ce privește gradul de dispersie al fascicolului.

Pentru cîteva oțeluri în tabelul 10 se dau vitezele de propagare ale celor două tipuri de propagare a undelor ultrasonore determinate în laboratorul I.M.G.B. cu ajutorul interferometrului tip KRAUTKRÄMER.

Tabelul 10

Vitezele de propagare a undelor ultrasonore

Marca oțelului	Longitudinale m/s	Transversale m/s
OT 45	5 725	3 130
OT 55	5 840	3 210
T 25 VSM	5 000	3 200
T 16 VMo C10	5 740	3 135

Puterea de separație pentru cele trei unghiuri de pătrundere a undelor din fig. 14 este reprezentată în fig. 15, ecourile corespunzătoare celor trei găuri trebuind să fie reperate de la bază.

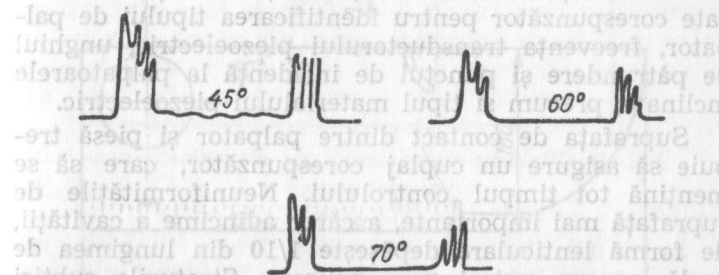


Fig. 15. Proiecția pe ecran pentru cele trei unghiuri de pătrundere a undelor ultrasonice.

Funcție de palpatoarele utilizate, echipamentele trebuie să permită utilizarea a trei tehnici diferite de examinare ultrasonică:

- cu un palpator funcționând ca un emițător și receptor;
- cu două palpatoare, fiecare funcționând ca emițător și receptor;
- cu două palpatoare, unul funcționând ca emițător, iar celălalt ca receptor.

Palpatorul emițător-receptor este un aparat ce înseamnă cel clasic, care folosește principiul impuls-ecou reflectat și poate fi folosit pentru controlul tuturor tipurilor de piese, inclusiv acelor la care nu e accesibilă, pentru control, decât o față a piesei.

Al doilea tip de palpator înglobează două palpatoare miniaturizate de tipul de mai sus utilizându-se în general pentru localizarea și determinarea mai precisă a conturului unui defect.

Al treilea tip se folosește în cazul metodei transparenței sau al controlului pieselor imersate în lichide.

Palpatoarele utilizate la controlul pieselor turnate au o frecvență de lucru de 0,5 ... 6,0 MHz și sînt marcate corespunzător pentru identificarea tipului de palpator, frecvența transductorului piezoelectric, unghiul de pătrundere și punctul de incidență la palpatoarele înclinate, precum și tipul materialului piezoelectric.

Suprafața de contact dintre palpator și piesă trebuie să asigure un cuplaj corespunzător, care să se mențină tot timpul controlului. Neuniformitățile de suprafață mai importante, a căror adîncime a cavității, de formă lenticulară depășește 1/10 din lungimea de undă, se vor netezi prin polizare. Straturile subțiri neaderente de oxizi sau vopsea se vor îndepărta cu peria de sîrmă. Raza de curbura a suprafețelor exa-

minate se recomandă să nu fie mai mică de 500 mm, mai ales la palpatorul cu incidență diferită de 90°, întrucît necesitatea profilării unor piese din materiale sintetice adecvate suprafețelor cu rază de curbura mai mică introduce în metodă factori subiectivi suplimentari pe de o parte, iar pe de alta, duce la creșterea duratei de control.

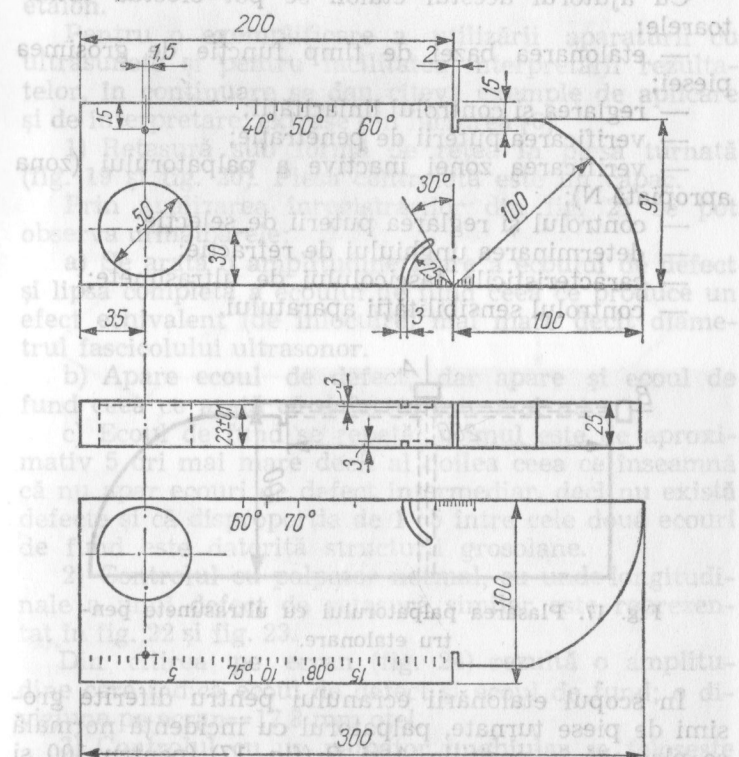


Fig. 16. Etalon pentru ultrasunete.

În vederea localizării cu precizie a defectului din piesa turnată trebuie ca, în prealabil să se facă etalonarea aparaturii. Un model de etalon foarte complet pentru aprecierea mărimii defectelor este elaborat de Institutul internațional de sudură (doc. IIS/12 W S-23-59) (fig. 16).

Cu ajutorul acestui etalon se pot efectua următoarele:

- etalonarea bazei de timp funcție de grosimea piesei;
- reglarea și controlul liniarității;
- verificarea puterii de penetrație;
- verificarea zonei inactive a palpatorului (zona apropiată N);
- controlul și reglarea puterii de selecție;
- determinarea unghiului de refracție;
- caracteristicile fascicolului de ultrasunete;
- controlul sensibilității aparatului.

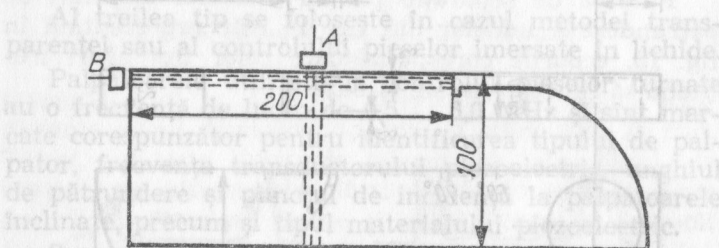


Fig. 17. Plasarea palpatorului cu ultrasunete pentru etalonare.

În scopul etalonării ecranului pentru diferite grosimi de piese turnate, palpatorul cu incidență normală se plasează în pozițiile A și B (fig. 17) (pentru 100 și respectiv 200 mm grosime).

În fig. 18 se poate urmări corespondența dintre dimensiunile etalonului și diviziunile de pe ecran (liniile luminoase), astfel:

- la 100 diviziuni pe abscisa ecran corespunde 100 mm pe etalon;
- la 100 diviziuni pe ecran corespunde 200 mm pe etalon.

Pentru o exemplificare a utilizării aparaturii cu ultrasunete și pentru facilitarea interpretării rezultatelor, în continuare se dau câteva exemple de aplicare și de interpretare, extrase din lucrarea [6].

1) Retasură sub formă de rețea în piesa turnată (fig. 19 și fig. 20). Piesa controlată este un capac.

Prin analizarea înregistrărilor din fig. 21 se pot observa următoarele:

a) Se arată o amplitudine mare a ecoului de defect și lipsa completă a ecoului de fund ceea ce produce un efect echivalent (de înlocuire) mai mare decât diametrul fascicolului ultrasonor.

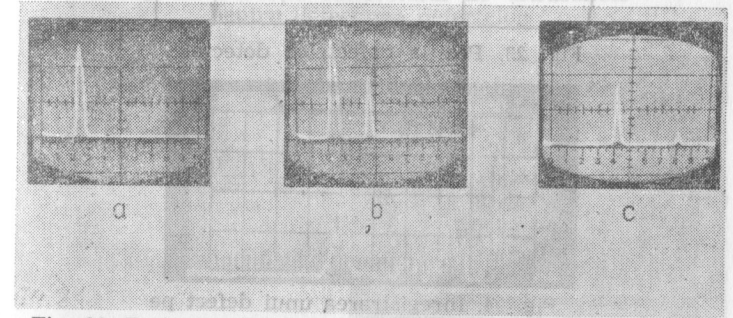
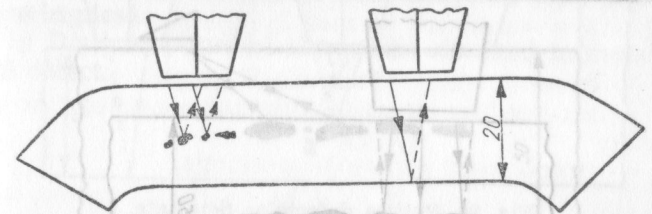
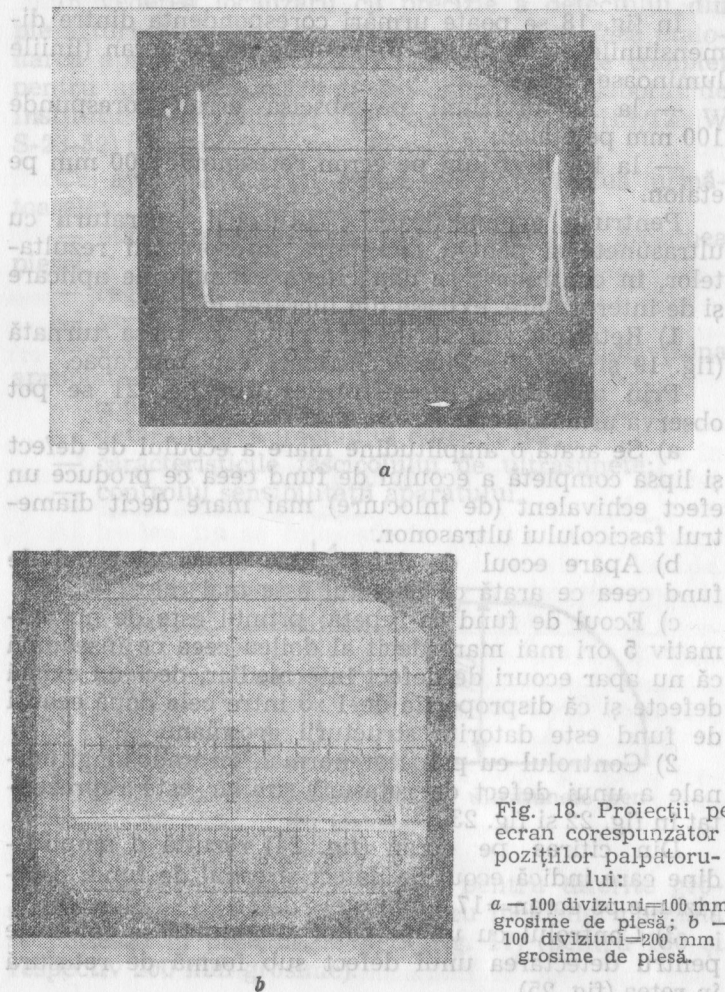
b) Apare ecoul de defect, dar apare și ecoul de fund ceea ce arată că defectul este mai mic;

c) Ecoul de fund se repetă; primul este de aproximativ 5 ori mai mare decât al doilea ceea ce înseamnă că nu apar ecouri de defect intermediar, deci nu există defecte și că disproporția de 1 : 5 între cele două ecouri de fund este datorită structurii grosolane.

2) Controlul cu palpator normal, cu unde longitudinale a unui defect de retasură similar este reprezentat în fig. 22 și fig. 23.

Din citirea pe ecran (fig. 24) rezultă o amplitudine care indică ecoul de defect și ecoul de fund; o diviziune pe ecran = 17,8 mm oțel.

3) Controlul cu un palpator unghiular se folosește pentru detectarea unui defect sub formă de retasură în rețea (fig. 25).



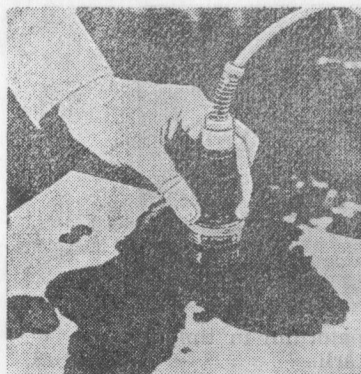


Fig. 22. Poziția palpatorului în timpul detectării defectelor unei piese cu ultrasunete.

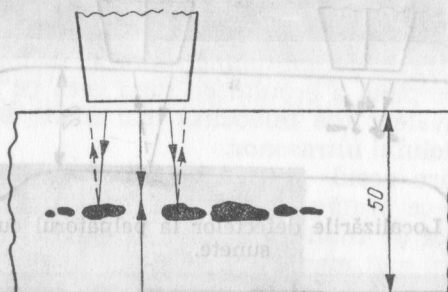


Fig. 23. Poziția defectelor detectate.

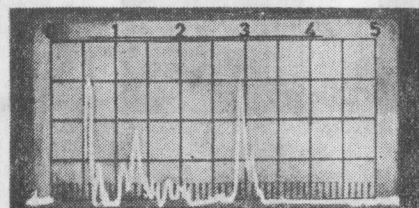


Fig. 24. Înregistrarea unui defect pe ecran.

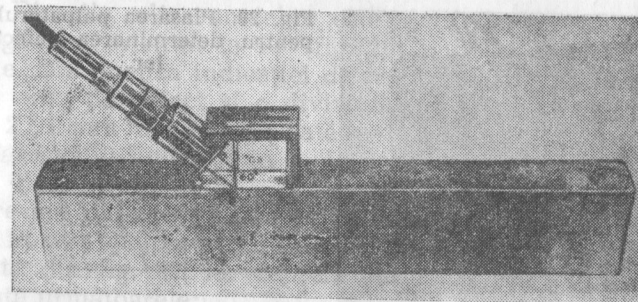


Fig. 25. Poziția palpatorului unghiular pentru detectarea defectelor.

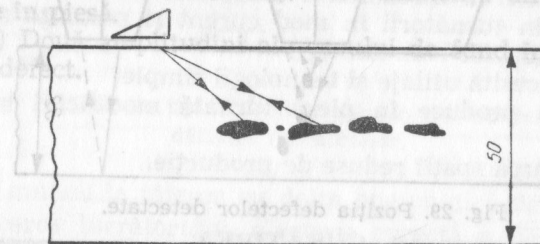


Fig. 26. Direcția fasciculului de ultrasunete pentru detectarea defectelor.

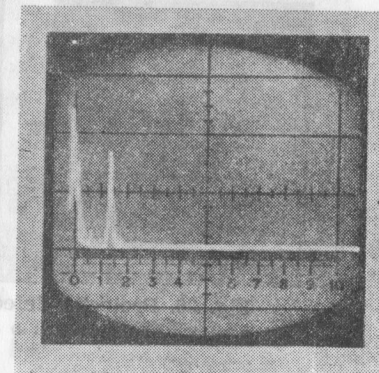


Fig. 27. Înregistrarea pe ecran a unui defect.

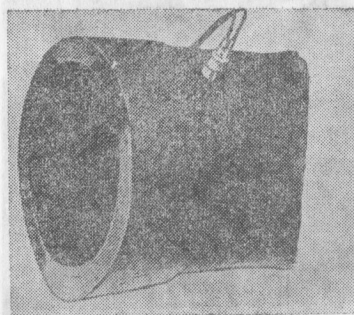


Fig. 28. Plasarea palpatorului pentru determinarea defectelor.

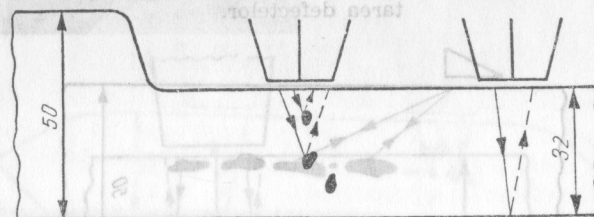


Fig. 29. Poziția defectelor detectate.

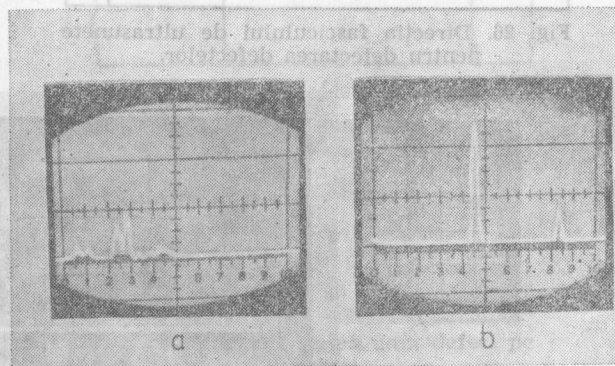


Fig. 30. Proiecția defectului pe ecran:
a — ecouri de defect: b — ecouri de fund.

Direcția ultrasunetelor este dată de un palpator unghiular orientat la 60° (fig. 26) și cu unde transversale. Din analiza indicației de pe ecran (fig. 27) rezultă un ecou de defect și o diviziune pe ecran corespunde la 25,4 mm metal măsurată pe direcția de propagare a fascicolului ultrasonic.

4) Controlul unui cilindru pentru turbină cu aburi care are defecte sub formă de sufluri (fig. 28).

Poziția palpatorului față de poziția defectelor rezultă din fig. 29, iar reprezentarea pe ecran (fig. 30) arată următoarele:

a) Amplitudinea unor ecouri mari de defect indică, absența ecoului de fund și deci existența unui defect mare în piesă.

b) Două amplitudini ale ecoului de fund în metalul fără defect.

4. PROCEDEE MECANICE DE REMANIERE

Din categoria procedeelor mecanice de remanieră a defectelor de turnare fac parte: curățirea, îndreptarea, ștemuirea (ciocănirea), dopuirea, bușarea, placarea și procedeul Metalock.

Remanieră mecanică a defectelor de turnare este aplicată în turnătorii în mod curent și prezintă avantaje importante cum sînt:

- necesită utilaje și tehnologii simple;
- nu produce în piesa turnată modificări structurale;
- ocupă spații reduse de producție.

Fig. 29. Poziția defectelor detectate.

4.1. CURĂȚIREA

Majoritatea defectelor de formă de turnare, care necesită înlăturarea surplusului de material, pot fi eliminate prin tăiere cu dalta, polizare sau prelucrare mecanică. Dintre aceste defecte cel mai mare volum de muncă este necesar pentru îndepărtarea bavurilor, aderențelor, arsurilor, crustelor etc.

4.1.1. Dălțuirea

Pentru remanieră prin tăiere cu dalta a pieselor turnate din fontă și oțel se folosesc în general ciocane pneumatice, în greutate de 4...5 daN, avînd o frec-

vență de 1 500...2 000 lovituri/min. Pentru tăierea bavurilor la piese turnate din aliaje de cupru și aluminu se folosesc ciocane mai ușoare de 2...3 daN și frecvență de 2 000...4 000 lovituri/min. Productivi-

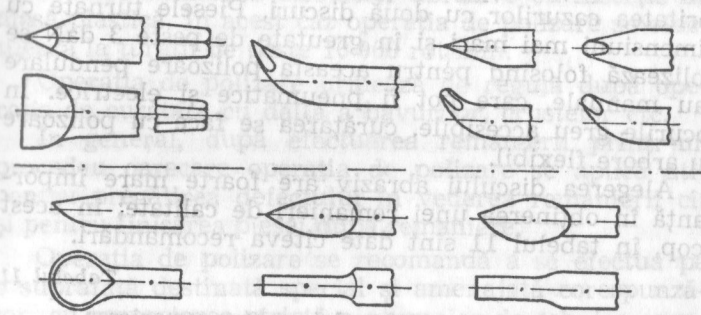


Fig. 31. Diferite tipuri de dălți pentru remanieră prin dălțuire a defectelor.

tatea muncii la tăierea cu dalta pneumatică depinde de calificarea lucrătorului, alegerea corectă a dălții, precum și de poziția și prinderea piesei turnate. Pentru remanieră defectelor, prin acest procedeu se folosesc dălți cu forme geometrice diferite (fig. 31), în funcție de locul, mărimea, forma defectului, precum și de aliajul din care este executată piesa.

Dălțile sînt confecționate din oțelul de scule aliat cu circa 2% wolfram. Duritatea tăișului după tratament termic, care constă din călire și revenire este de 56...60 HRC. În timpul lucrului, pentru reducerea supraîncălzirii, ascuțișul dălții se recomandă să se ungă cu un amestec de grăsime animală cu praf de grafit.

4.1.2. Polizarea

Pentru polizarea pieselor turnate ușoare de dimensiuni mici, adică a celor care pot fi ușor ținute în mână (de 0,5...4,5 daN) se folosesc polizoare fixe, în majoritatea cazurilor cu două discuri. Piesele turnate cu dimensiuni mai mari și în greutate de peste 3 daN se polizează folosind pentru aceasta polizoare pendulare sau manuale, care pot fi pneumatice și electrice. În locurile greu accesibile, curățarea se face cu polizoare cu arbore flexibil.

Alegerea discului abraziv are foarte mare importanță în obținerea unei remanieri de calitate; în acest scop, în tabelul 11 sunt date câteva recomandări.

Tabelul 11
Discuri abrazive recomandate pentru remanierirea pieselor turnate

Materiale supuse prelucrării	Materialul abraziv	Granulația μm
Aliaje de aluminiu	Carborund	36—80
Alamă	Electro-corindon	20—40
Bronz	Carborund	20—40
Fontă maleabilă	Electro-corindon	14—40
Fontă albă	Carborund	14—40
Oțel carbon	Electro-corindon	20—40
Oțel mangan	Carborund	40—80

Pentru polizarea aliajelor dure se recomandă folosirea discurilor moi, iar pentru aliajele moi discurile

abrazive dure. În cazul aliajelor de cupru și aluminiu, având în vedere că acestea formează o crustă metalică care se prinde pe discul abraziv dur se recomandă folosirea discurilor moi. Pentru aliajele foarte dure se recomandă utilizarea discurilor abrazive cu inserție de masă plastică. În acest caz operația de polizare se efectuează la turații de peste 10 000 rot/min.

Operația de polizare urmează de regulă după operația de curățare cu dalta a bavurilor, crustelor etc.

În general, după efectuarea remanierii printr-un procedeu oarecare operația de polizare se aplică atât pentru pregătirea defectului în vederea remanierii cât și pentru finisarea piesei după remanierie.

Operația de polizare se recomandă a se efectua pe o suprafață destinată special și amenajată corespunzător, cu respectarea strictă a normelor de tehnica securității muncii.

4.1.3. Prelucrarea mecanică

Aplicarea operațiilor de prelucrare prin așchiere a pieselor turnate se efectuează în scopul eliminării surplusului de material. După eliminarea surplusului piesele se pot introduce în ciclul normal de producție fiind considerate piese bune. Operațiile cele mai frecvente de prelucrare sînt frezarea și rabotarea pe mașini unelte corespunzătoare. Prin aceste procedee pot fi eliminate și unele deformări, dacă piesa turnată are un adaos suficient pentru prelucrare care să asigure respectarea dimensiunilor după prelucrare. Se recomandă ca operațiile de prelucrare prin așchiere în vederea eliminării unui defect al piesei turnate să se efectueze în atelierele de eboșare din cadrul turnătoriilor.

4.2. ÎNDREPTAREA

Este un procedeu de remanieră a pieselor turnate frecvent întâlnit în secțiile de turnătorie și mai ales în cazul pieselor cu lungime mare.

Adeseori, ca rezultat al tensiunilor ce apar la turnare în cursul solidificării și răcirii pieselor se produc deformări remanente, care au ca rezultat încovoierea parțială sau totală a piesei respective. În cazul pieselor turnate mari încovoierea poate atinge dimensiuni relativ mari, săgeata de încovoiere putând să ajungă până la 10...15% din înălțimea secțiunii transversale a piesei. Defecte de acest fel pot fi întâlnite la piese turnate având configurație complexă și în special la cele cu grosimi diferite ale pereților, ca de exemplu, batiurile mașinilor unelte, carcasele pentru corpuri de pompe, conducte, plăci de fundație etc.

Piese turnate din fontă cenușie se îndreaptă exclusiv la cald, deoarece fonta la temperatura mediului ambiant nu rezistă la deformări plastice. Îndreptarea se face prin încărcare statică. Piesa turnată și încărcată se încălzește până la temperatura de 750...800°C, fiind așezată pe suporturi special prevăzute pentru această operație. La temperatură mai înaltă scade rezistența materialului piesei turnate, ceea ce conduce la modificarea formei acesteia. Piese turnate de formă dreaptă cum sînt grinzile pot fi remaniate prin îndreptare folosind încălzirea locală (cu arzătoare oxiacetilenice).

Piese turnate din oțel cu conținut mic de carbon ($C < 0,25\%$) și cele din fontă maleabilă cu formă simplă pot fi îndreptate fără preîncălzire. Preîncălzirea este indicată la îndreptarea pieselor din oțel de formă complicată, precum și a celor din oțel slab aliat cu

conținut ridicat de carbon. În majoritatea cazurilor este suficientă încălzirea locală cu arzătoare oxiacetilenice, pe suprafețe reduse față de suprafața piesei supuse remanierii. Temperatura de încălzire necesară pentru îndreptare este cuprinsă între 500...700°C. De regulă, îndreptarea pieselor turnate se face înainte de tratamentul termic. Dacă condițiile de fabricație impun ca remaniera să urmeze tratamentului termic, atunci după remanieră se va executa normalizarea piesei.

Piese turnate de dimensiuni mici pot fi îndreptate cu ajutorul preselor manuale cu șuruburi, preselor hidraulice mici, în dispozitive special realizate în acest scop. În schemele prezentate în fig. 32 se poate observa așezarea piesei în dispozitivul de îndreptare prin presare hidrostatică (statică) și prin presare cu șurub. În cazul producției de serie mare, pentru piese de dimensiuni mici, remaniera defectelor de formă se face printr-o calibrare la prese de 100...200 t.

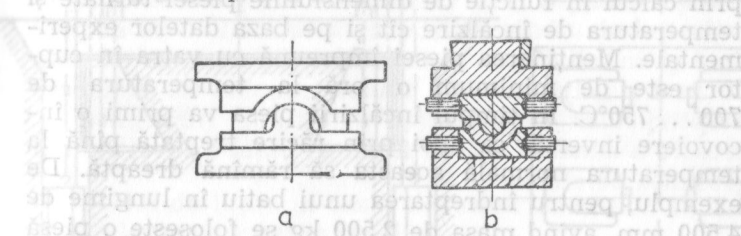


Fig. 32. Dispozitive pentru îndreptare:

a — prin presare hidrostatică; b — prin presare cu șurub.

Deformațiile produse în piesele lungi turnate din fontă se remaniază în practică prin încărcare statică simultan cu încălzirea lor, așa cum este ilustrat în

fig. 33. Piesa se aşază pe vatra mobilă a cuptorului de încălzire şi peste ea se aşază greutatea necesară remanierii prin îndreptare.

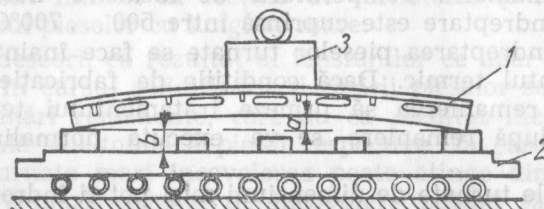


Fig. 33. Schema instalației pentru îndreptarea unei piese lungi din fontă:

1 — piesa turnată; 2 — vatra mobilă; 3 — greutate.

Drept suporturi se folosesc piese metalice de înălțime calculată, funcție de mărimea și configurația piesei de îndreptat. Masa sarcinii se poate determina atât prin calcul în funcție de dimensiunile piesei turnate și temperatura de încălzire cât și pe baza datelor experimentale. Menținerea piesei împreună cu vatra în cup-tor este de minimum o oră la temperatura de 700...750°C. În timpul încălzirii piesa va primi o în-covoiere inversă, ca apoi prin răcire treptată pînă la temperatura normală aceasta să rămînă dreaptă. De exemplu, pentru îndreptarea unui batiu în lungime de 4 500 mm, avînd masa de 2 500 kg se folosește o piesă pentru greutate de 6 000 kg [25].

Îndreptarea pieselor turnate, în special a celor pre-încălzite trebuie să se facă întotdeauna sub încărcare statică; nu se recomandă încărcări dinamice, deoarece conduce la apariția fisurilor. Pentru îndreptare sînt folosite prese de construcție specială (fig. 34) cu vinci hidraulic și prin presare orizontală.

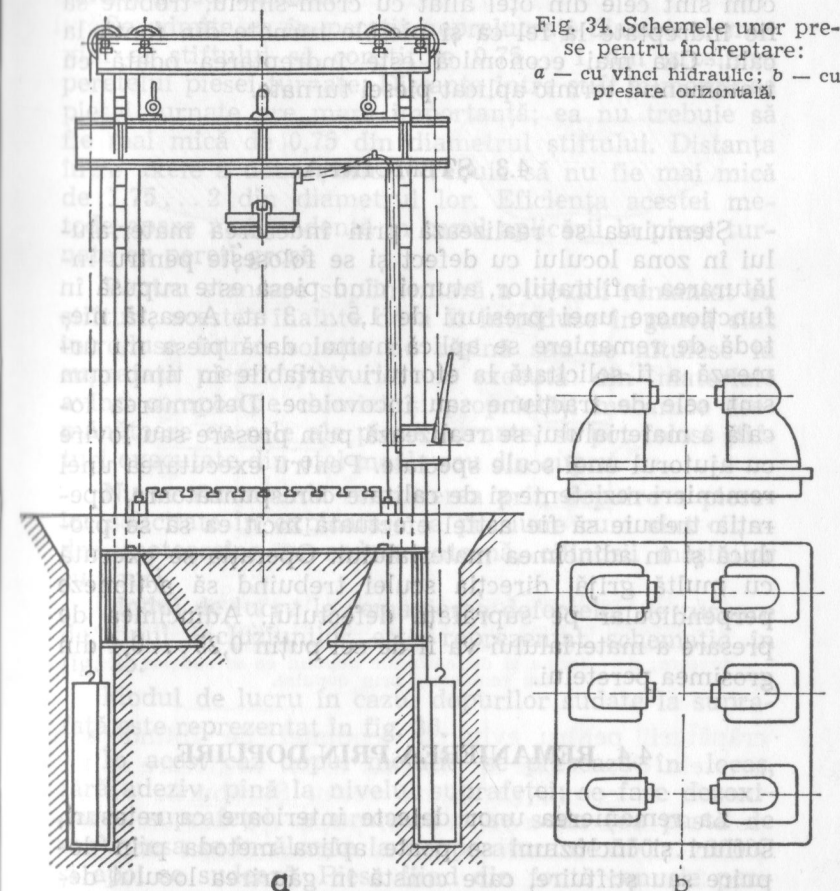


Fig. 34. Schemele unor prese pentru îndreptare:
a — cu vinci hidraulic; b — cu presare orizontală.

Piese turnate din oțeluri cu plasticitate mică, cum sînt cele din oțel aliat cu crom-siliciu, trebuie să fie îndreptate la fel ca și piesele turnate din fontă la cald. Cea mai economică este îndreptarea odată cu tratamentul termic aplicat piesei turnate.

4.3. ȘTEMUIREA

Ștemuirea se realizează prin îndesarea materialului în zona locului cu defect și se folosește pentru înlăturarea infiltrațiilor, atunci cînd piesa este supusă în funcționare unei presiuni de 1,5...3 at. Această metodă de remanierare se aplică numai dacă piesa nu urmează a fi solicitată la eforturi variabile în timp cum sînt cele de tracțiune sau încovoiere. Deformarea locală a materialului se realizează prin presare sau lovire cu ajutorul unei scule speciale. Pentru executarea unei remanieri rezistente și de calitate corespunzătoare, operația trebuie să fie astfel efectuată încît ea să se producă și în adîncimea materialului. Operația se execută cu multă grijă, direcția sculei trebuind să acționeze perpendicular pe suprafața defectului. Adîncimea de presare a materialului va fi de cel puțin 0,25...0,4 din grosimea peretelui.

4.4. REMANIEREA PRIN DOPUIRE

La remanierarea unor defecte interioare ca retasuri, sufluri și incluziuni se poate aplica metoda prin dopuire sau știftuire, care constă în găurirea locului defect și introducerea unor știfturi sau buloane filetate. Acest procedeu se folosește în cazul defectelor izolate,

grosimea știftului fiind aleasă funcție de grosimea peretelui piesei turnate.

Se admite ca în pereții neprelucrați diametrul maxim al știftului să constituie 0,75...1 din grosimea peretelui piesei turnate. Distanța între știft și marginea piesei turnate are mare importanță; ea nu trebuie să fie mai mică de 0,75 din diametrul știftului. Distanța între axele a două știfturi trebuie să nu fie mai mică de 1,75...2 din diametrul lor. Eficiența acestei metode apare mai evidentă în cazul aplicării la piese turnate cu pereți groși.

Pentru etanșare suplimentară a locului remaniat cu știfturi, acestea înainte de a fi introduse în gaură sînt introduse într-o soluție de rășină sau se nituiesc la suprafața piesei. Știfturile se execută din materiale avînd compoziție chimică și proprietăți mecanice asemănătoare cu cele ale piesei turnate, se pot folosi știfturi executate din oțel moale sau din cupru.

Nu se recomandă remanierarea prin dopuire a pieselor solicitate în exploatare la presiune cum sînt cilindrii motoarelor cu ardere internă, cilindrii mașinilor cu aburi.

Modul de lucru la remanierarea defectelor de turnare de tipul incluziunilor este reprezentat schematic în fig. 35.

Modul de lucru în cazul dopurilor sudate la suprafață este reprezentat în fig. 36.

În acest caz dopul metalic se presează în locaș, fără adeziv, pînă la nivelul suprafeței; se face dezoxidarea suprafeței ce urmează a se suda (cu pastă de var), piesa se încălzește la temperatura de 550...600°C și apoi se sudează. Piesa fiind din fontă cenușie pentru mașini uelte, după sudare aceasta se lasă să se răcească lent.

Prin înșurubarea de dopuri în unele cazuri se pot remania crăpături. În cazul crăpăturilor la piese din fontă se începe prin efectuarea unor găuri la capătul

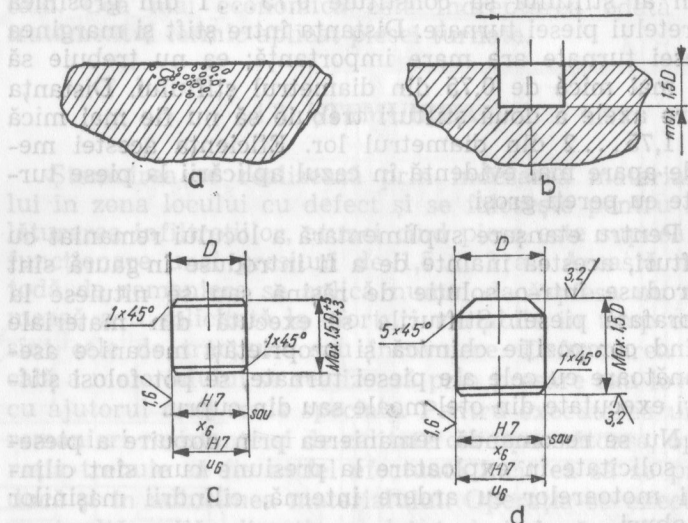


Fig. 35. Pregătirea locului cu defect în vederea dopuirii: a — defectul în piesa turnată; b — locul cu defect pregătit pentru remaniere; c — forma și dimensiunile dopului introdus prin presare; d — forma și dimensiunile dopului ce se sudează pentru remaniere prin dopuire.

crăpăturii pentru evitarea tendinței de întindere a acesteia. Șuruburile se plasează astfel ca fiecare să pătrundă în corpul șurubului vecin. Șuruburile de capete se introduc astfel ca cel puțin $1/2$ din diametrul șurubului să se afle în metalul fără defect al piesei (fig. 37).

De regulă, dopurile sînt executate din oțel, fontă aliaje de cupru și aluminiu. Acest procedeu se reco-

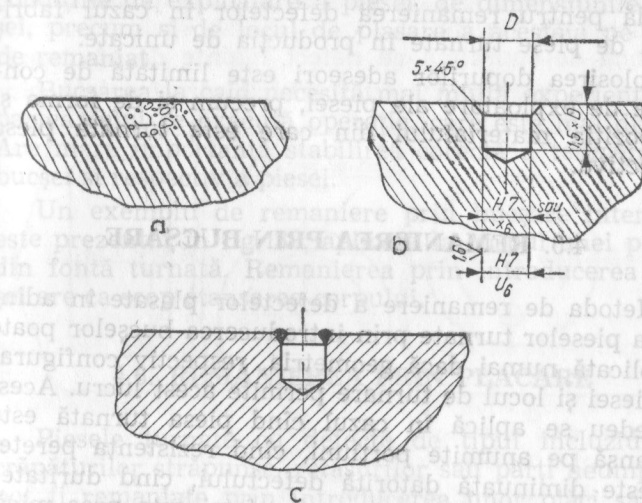


Fig. 36. Remanierea cu dopuri sudate:

a — forma defectului în piesa turnată; b — locul defectului pregătit pentru remaniere; c — defectul remaniat.

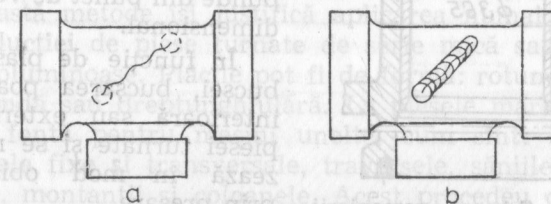


Fig. 37. Schema remanierii prin dopuire:

a — piesa crăpată; b — piesa remaniată.

mandă pentru remanierea defectelor în cazul fabricației de piese turnate în producția de unicate.

Folosirea dopurilor adeseori este limitată de condițiile de exploatare ale piesei, precum și de forma și compoziția materialului din care este turnată piesa respectivă.

4.5. REMANIEREA PRIN BUCȘARE

Metoda de remaniere a defectelor plasate în adin-cimea pieselor turnate prin introducerea bușelor poate fi aplicată numai dacă geometria, respectiv configura-ția piesei și locul de turnare permite acest lucru. Acest procedeu se aplică în cazul când piesa turnată este neetanșă pe anumite porțiuni, când rezistența perete-lui este diminuată datorită defectului, când duritatea

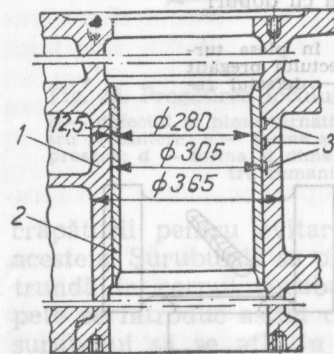


Fig. 38. Schema remanierii prin bușare:

1 — piesa remaniată; 2 — bușă de adaos; 3 — defectul.

sau suprafața respectivă a piesei prezintă rezisten-ță scăzută la agenții coro-zivi cu care vine în con-tact în funcționare, sau, piesa turnată nu cores-punde din punct de vedere dimensional.

În funcție de plasarea bușei, bușarea poate fi interioară sau exterioară piesei turnate și se reali-zează în mod obișnuit prin presare.

Presarea bușei la cald sau la rece depinde de

condițiile de exploatare a piesei, de dimensiunile buc-sei, precum și de locul de plasare a acesteia pe piesa de remaniat.

Bușarea la cald necesită mai multă experiență din partea celui ce execută operația, care este mai dificilă. Are mare importanță stabilirea corectă a temperaturii bușei și respectiv a piesei.

Un exemplu de remaniere prin bușare interioară este prezentat în fig. 38, aplicată la corpul unei pompe din fontă turnată. Remanierea prin introducerea buc-sei are ca scop etanșarea corpului.

4.6. REMANIEREA PRIN PLACARE

Piesele turnate cu defecte de tipul incluziunilor, crăpăturilor străpunse, retasurilor sau părți neumplute, pot fi remaniate prin introducerea unor plăci sau in-serții în locurile unde au fost îndepărtate porțiunile cu defecte. Îndepărtarea acestor porțiuni se face de regulă prin rabotare sau frezare. Plăcile folosite în acest scop sînt executate din același material cu piesa turnată; ele trebuie să se îmbine cu piesa printr-un contact in-tim, fixarea lor făcîndu-se cu ajutorul știfturilor, șuru-burilor sau prezoanelor și foarte adesea prin sudare. Această metode își justifică aplicarea numai în cazul producției de piese turnate de serie mică sau unicate și voluminoase. Plăcile pot fi de formă: rotundă, semi-rotundă sau dreptunghiulară. La piesele mari turnate, din fontă pentru mașini unelte, cum sînt: batiurile, mesele fixe și transversale, traversele, săniile de ghi-dare, montanții și coloanele. Acest procedeu de rema-niere se aplică cu succes, chiar pe suprafețele active de ghidare și alunecare.

Placarea prin fixare cu șuruburi se poate urmări în schema din fig. 39.

Zona de suprafață cu defect înainte de efectuarea plăcării se prelucrează cu freză cilindro-frontală până

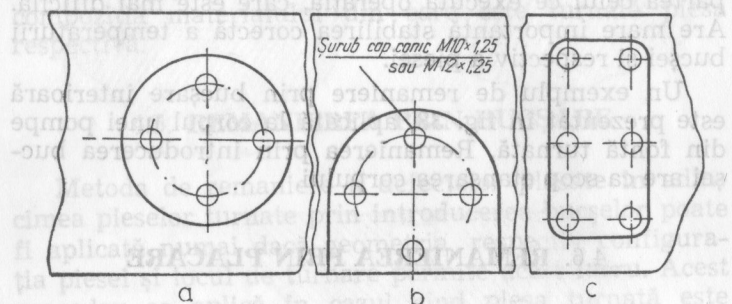


Fig. 39. Schema remanierii prin placare:

a — cu placă rotundă; b — cu placă semirotundă; c — cu placă dreptunghiulară.

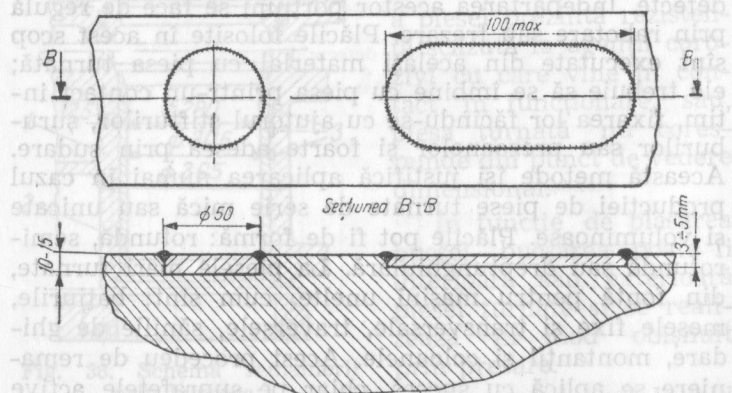


Fig. 40. Fixarea plăcilor prin sudare.

la material curat și fără defecte. Se obține o rugozitate a suprafeței de $R_a=0,8 \dots 3,2 \mu\text{m}$.

Aplicarea plăcilor pe suprafețe cu defecte prin fixarea acestora prin sudură este reprezentată în fig. 40. Plăcile în acest caz vor avea numai forma rotundă sau alungită; nu se recomandă remanierea prin această metodă a suprafețelor de alunecare și ghidare.

4.7. REMANIEREA PRIN PROCEDEUL METALOCK

Metoda de remaniere a defectelor de turnare elaborată de asociația Metalock se aplică la piese din oțel, fontă și aliaje neferoase. Remanierea fisurilor prin această metodă constă în îmbinarea mecanică la rece cu ajutorul unor pene, executate dintr-un aliaj special. Forma și mărimea acestor pene se prezintă în fig. 41.

Perpendicular pe axa crăpăturii în materialul piesei turnate se execută niște canale, de mărime și formă corespunzătoare, care sînt completate cu pene și care formează elementele cusăturii. În fig. 42 se prezintă schema de principiu a execuției cusăturilor realizate prin această metodă, iar în fig. 43 se prezintă remanierea unui batiu de presă cu defecte de turnare.

Deoarece rezistența locului remaniat este funcție de rezistența penelor de legătură, care în mod obișnuit sînt confecționate din aliaje de calitate superioară, prin această metodă de regulă se asigură rezistența cusăturii la nivelul rezistenței metalului fără defect.

Dacă se cere ca prin remaniere să se obțină etanșeitatea piesei se poate folosi atît cusătura cu pene cît și cusătura cu șuruburi, care se recomandă în mod deosebit atunci cînd piesa este supusă la solicitări variabile. Schema de principiu a executării remanierii

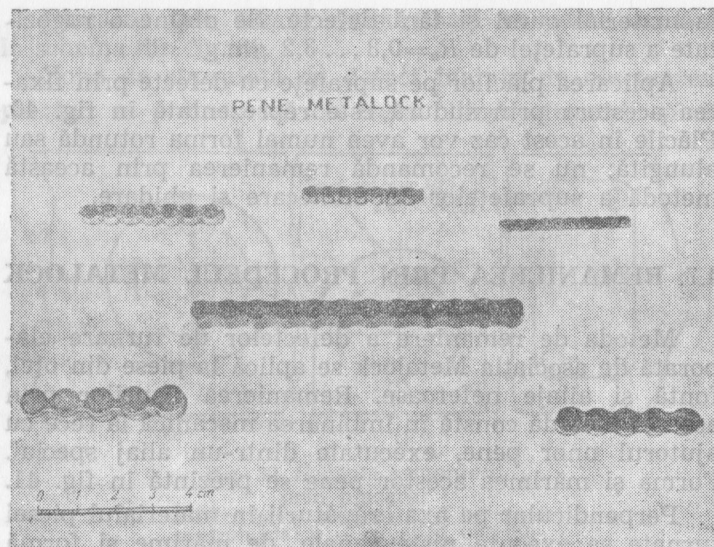


Fig. 41. Pene pentru remanierea fisurilor.

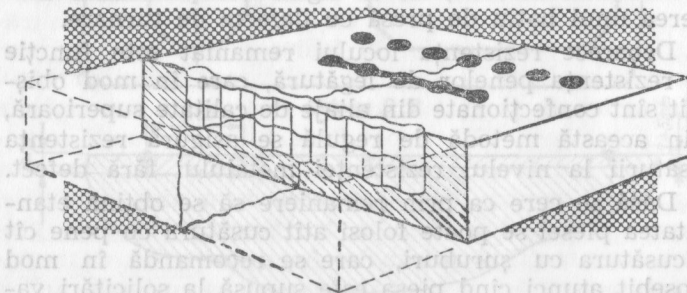


Fig. 42. Modul de plasare a penelor pentru remaniere.

prin acest procedeu (Metalock) este reprezentată în fig. 44.

Dacă defectul este mare, cu goluri de material, remanierea se face prin utilizarea unor piese de mărime

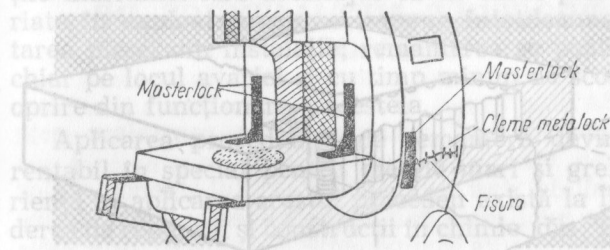


Fig. 43. Modul de remaniere a unui batiu de presă.

necesară pentru astuparea defectului, așa cum se poate urmări pe fig. 45.

Fixarea acestor piese în peretele piesei turnate care prezintă lipsă de material se face tot cu șuruburi (metoda Masterlock).

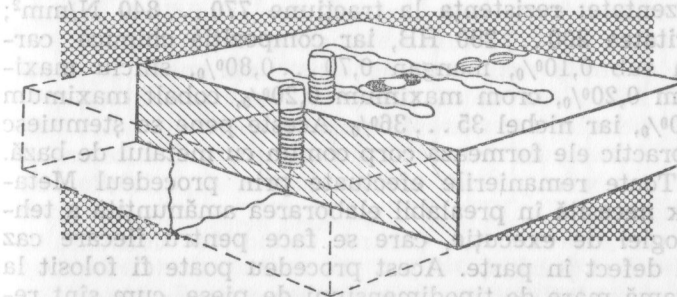


Fig. 44. Modul de remaniere prin cusătură combinată.

Forma, tipul și implicit alegerea elementelor pentru realizarea cusăturii se face în funcție de natura, poziția și dimensiunile defectului, precum și de solicitarea la care urmează să fie supusă piesa în exploa-

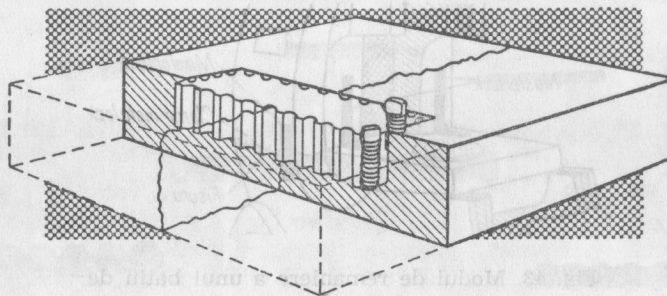


Fig. 45. Modul de remaniere a defectelor cu suprafață mare.

tare. Pregătirea elementelor cusăturii se face foarte îngrijit; este necesară o calificare specială pentru executarea unei remanieri de bună calitate.

Pentru informare prezentăm caracteristicile mecanice principale și compoziția unor pene de tipul celor prezentate: rezistența la tracțiune 770...840 N/mm²; duritatea 200...250 HB, iar compoziția chimică: carbon sub 0,10%, mangan 0,70...0,80%, siliciu maximum 0,20%, crom maximum 0,20%, cobalt maximum 0,20%, iar nichel 35...36%. Aceste pene se ștemuiesc și practic ele formează corp comun cu metalul de bază.

Toate remanierea efectuate prin procedeul Metalock necesită în prealabil elaborarea amănunțită a tehnologiei de execuție, care se face pentru fiecare caz sau defect în parte. Acest procedeu poate fi folosit la o gamă mare de tipodimensiuni de piese, cum sînt remanierea blocurilor cilindrice ale motoarelor cu com-

bustie internă, a corpurilor de mașini unelte, corpurile de mașini grele, blocurile motoarelor și elicelor de nave, a turbinelor, pompelor etc. Procedeul de remaniere Metalock este recunoscut de toate societățile maritime. Are avantajul că în cazul pieselor avariate în exploatare nu se impune întotdeauna demontarea piesei din instalație; remanierea se poate efectua chiar pe locul avariei și cu timp minim de scoatere sau oprire din funcționare a acesteia.

Aplicarea procedului de remaniere devine foarte rentabil în special pentru piesele mari și grele. Experiență în aplicarea acestui procedeu există la întreprinderea de reparații și construcții în chimie din Tg. Mureș.

5. PROCEDEE METALURGICE DE REMANIERE

Baza procedeelor metalurgice de remanieră este sudarea.

Procesul de sudare este ansamblul fenomenelor prin care se realizează îmbinarea nedemontabilă dintre două sau mai multe componente. Îmbinarea prin sudare, numită „sudură” se face prin recristalizarea atomilor mărginași în grăunți cristalini comuni celor două componente ce urmează a fi îmbinate [43].

Sudarea, ca proces tehnologic, s-a dezvoltat vertiginos și în ultimii 50 de ani s-a impus ca un proces de bază în industria construcțiilor de mașini, prin faptul că:

- ea constituie cel mai răspândit și mai simplu mijloc de asamblare a pieselor din aliaje metalice;
- înlocuiește uneori cu succes și rapiditate tehnologii complicate de turnare, forjare, matrișare etc.;
- permite realizarea de construcții metalice combinate din elemente: turnate, laminate și forjate;
- permite recuperarea unor repere cu mare valoare deteriorate în exploatare, scurtând substanțial timpul necesar punerii în funcțiune a capacităților de producție;
- asigură condiții pentru reducerea consumului de metal pe produs;
- permite recuperarea unor piese turnate prin remanieră.

Procedeele de sudare dețin un loc preponderent în construcția de nave, aeronave, utilaj tehnologic, mașini unelte grele, echipament energetic și nuclear, material rulant, utilaje de construcții etc. Nivelul tehnic și diversitatea procedeelor de sudare creează condiții favorabile ca o parte din acestea să poată fi aplicate cu succes la remanieră defectelor pieselor turnate din oțel, fontă și aliaje neferoase. Procedeele de sudare sunt diferite și clasificarea lor se face conform STAS 8325-69, în funcție de natura surselor de căldură folosite pentru topirea metalului de bază și a celui de adaos la locul de îmbinare. Prin metal de bază la sudarea pentru remanieră se înțelege metalul din care este constituită piesa turnată.

Din numărul mare de procedee de sudare aplicate în mod curent în industrie, numai o parte sunt recomandate pentru remanieră defectelor de turnare și anume: sudarea electrică cu arc, sudarea oxiacetilenică și sudarea aluminotermică. Sudarea cu arc electric este procedeul cel mai răspândit în industrie; clasificarea

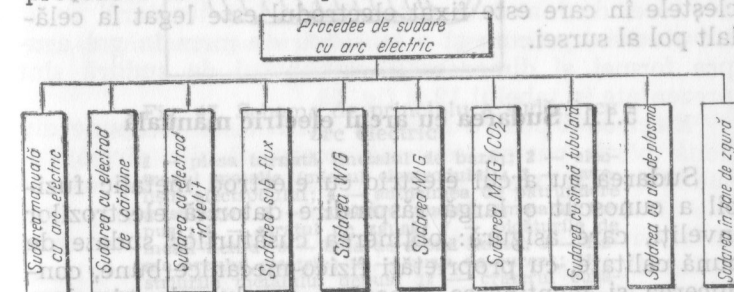


Fig. 46. Clasificarea procedeelor de sudare cu arc electric.

procedeelor de sudare cu arc electric este prezentată în fig. 46. Pentru operațiile de remanieră se folosesc cel mai mult: sudarea manuală cu arc electric, suda-

rea sub strat de flux, sudarea în mediu protector de bioxid de carbon (MAG), sau în mediu protector de gaz inert (MIG respectiv WIG) sudarea cu plasmă și sudarea semiautomată cu sîrmă tubulară.

Procedeele de sudare cu arc electric sînt pe larg tratate în lucrările de specialitate, însă pentru a ușura însușirea și de către turnători a cunoștințelor strict necesare aplicării corecte a acestora la remanierea defectelor, în continuare se va insista asupra unor aspecte indispensabile luării unei decizii pentru alegerea unui anumit procedeu.

5.1. SUDAREA CU ARC ELECTRIC

Prin sudarea cu arc electric, aplicată ca procedeu de remaniere, se înțelege operația care se desfășoară după schema prezentată în fig. 47. În timpul sudării piesa turnată este legată la un pol al sursei de curent continuu sau alternativ de joasă tensiune, în timp ce cleștele în care este fixat electrodul este legat la celălalt pol al sursei.

5.1.1. Sudarea cu arcul electric manuală

Sudarea cu arcul electric cu electrod metalic fuzibil a cunoscut o largă răspîndire datorită electrozilor înveliți, care asigură: obținerea cusăturilor sudate de bună calitate, cu proprietăți fizico-mecanice bune, conducerea și menținerea ușoară a arcului electric de-a lungul defectului de turnare.

Electrodul fuzibil format dintr-un miez metalic și un înveliș special întreține arcul electric de o anumită putere ($U \cdot I$), care topește superficial marginile defec-

tului aflat în piesa turnată (metalul de bază). Materia-
lul rezultat din topirea electrodului constituie meta-
lul de adaos. Prin topirea celor două metale rezultă un
nou aliaj metalic, cusătura sudată a piesei turnate.

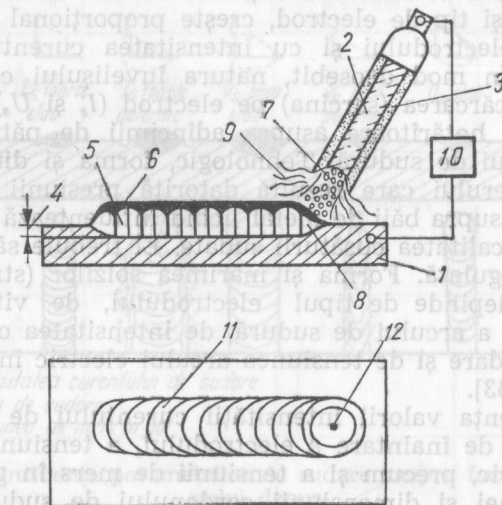


Fig. 47. Schema de principiu a sudării cu arc electric:

1 — piesa turnată (metalul de bază); 2 — electrodul metalic (miezul electrodului); 3 — învelișul electrodului; 4 — adîncimea de pătrundere a sudurii; 5 — cusătura sudată (metalul depus); 6 — stratul de zgură; 7 — picăturile de metal lichid; 8 — baia de metal lichid; 9 — flama arcului electric; 10 — sursa de curent; 11 — striurile metalului depus; 12 — craterul cusăturii sudate.

Trecerea metalului din electrod către baia de metal lichid se face prin picături fine de metal topit. Mărirea și forma picăturilor sînt funcție de natura meta-

lului din electrod, parametri regimului de sudare și de natura învelișului electrodului. Finețea picăturilor crește cu creșterea intensității curentului de sudare (I_s). Adîncimea de pătrundere sau adîncimea de topire a metalului de bază sub acțiunea arcului electric pentru același tip de electrod, crește proporțional cu diametrul electrodului și cu intensitatea curentului de sudare. În mod deosebit, natura învelișului condiționează încărcarea (sarcina) pe electrod (I_s și U_s), avînd influență hotărîtoare asupra adîncimii de pătrundere a stratului de sudură. Tehnologic, forma și dimensiunea craterului care rezultă datorită presiunii arcului electric asupra băii de metal lichid influențează în mod deosebit calitatea cusăturii sudate. El trebuie să aibă o formă regulată. Forma și mărimea solzilor (striurilor) sudurii depinde de tipul electrodului, de viteza de înaintare a arcului de sudură, de intensitatea curentului de sudare și de tensiunea arcului electric în timpul sudării [63].

Influența valorii intensității curentului de sudare, a vitezei de înaintare a electrodului, a tensiunii arcului electric, precum și a tensiunii de mers în gol asupra formei și dimensiunii cordonului de sudură sînt prezentate în tabelul 12 și fig. 48.

Electrodul pentru sudarea manuală se compune din două părți: partea centrală executată din sîrmă rotundă de aliaj metalic, care are rolul de a conduce curentul electric și formează metalul de adaos și partea exterioară electrodului de formă cilindrică, denumită și învelișul acestuia. Învelișul electrodului are o constituție fizică și chimică foarte complexă. Diametrul exterior al învelișului pentru o sîrmă electrod cu diametrul de 4 mm variază între 4,6... 6,8 mm, pentru electrozii de mare randament putînd ajunge chiar pînă la 10 mm. Învelișul este format dintr-un amestec com-

plex de: oxid de titan, diferiți carbonați, oxizi, materiale organice, feroaliaje și silicați. În funcție de elementele care compun învelișul rezultă natura electrodului, care de regulă poate fi: rutilică sau bazică.

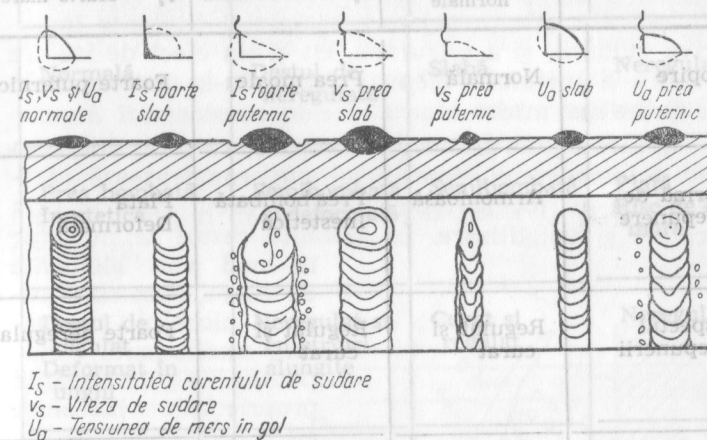


Fig. 48. Influența parametrilor de sudare asupra formei cordonului depus.

În procesul de sudare învelișul electrodului are un rol foarte important deoarece:

1) Trecerea curentului de sudare prin arc electric situat între capătul electrodului și piesa de sudat este mult ușurată de acțiunea ionizantă a silicaților din înveliș. Datorită ionizării amorsarea și arderea arcului electric sînt posibile chiar la tensiuni scăzute. Fiecare electrod are un potențial de ionizare propriu, căruia îi corespunde o anumită tensiune de amorsare și un anumit grad de stabilizare a arcului electric de sudare.

Influența parametrilor arcului

	I_s, V_s și U_0 normale	I_s — foarte mică	I_s — foarte mare
Topire	Normală	Prea moale	Foarte puternică
Formă de depunere	Armonioasă	Prea bombată Inestetică	Plată Deformată
Aspectul depunerii	Regulat și curat	Regulat și curat	Foarte neregulat
Pătrundere	Optimă	Redusă	Prea mare, inutilă și periculoasă
Crater	Circular și corect	Deformat dar corect	Deformat, cu riscuri de apa- riției a sufluri- lor și crăpătu- rilor
Alte defecte probabile	Nimic	Risc de apa- riției a poro- zităților și incluziunilor de zgură	Canale (mai ales dacă viteza de sudare este mare) sufluri, crăpături

Tabelul 12

de sudare asupra sudării

V_s foarte mică	V_s — foarte mare	U_0 — mică	U_0 — prea mare
Normală	Destul de neregulată	Slabă	Neregulată
Prea bombată Inestetică	Semibombată și deformată	Semibombată	Plată Risc de defor- mare
Destul de regulat Deformat în unghi	Neregulat și cu striuri alungite	Curat și regulat	Neregulat
Mari riscuri de topire	Slabă	Slabă dar acceptabilă	Mare
Regulat dar profund	Deformat, cu riscuri de apariție a suflurilor	Regulat și puțin profund	Destul de neregulat
Canale și perete în unghi (pozi- ția electrodului necorespunză- toare)	Canale și sufluri Fisuri	Nimic, dacă electrodul este bine ales	Riscuri de apariție a su- flurilor dacă electrodul nu este adaptat

2) În timpul sudării învelișul electrodului creează un crater la capătul electrodului topit și atmosferă gazoasă, care protejează metalul lichid de acțiunea dăunătoare a oxigenului și azotului din atmosferă. Se depune o zgură mai ușoară decât metalul topit, care are atît efect de protejare a metalului fierbinte împotriva oxidării, și a nitrurării, cît și un efect de izolare termică a metalului depus, obținîndu-se astfel viteze de răcire mai mici.

3) Elementele active din compoziția învelișului, cum sînt feromanganul, ferosiliciul etc. compensează pierderile ce au loc la topirea lor în arc electric prin oxidare și volatilizare. În anumite cazuri se introduc în mod voit elemente de aliere, cum sînt cromul, nichelul, manganul, molibdenul etc., pentru a îmbunătăți proprietățile mecanice ale stratului depus. Electrozii de calitate, funcție de natura învelișului sînt destinați pentru anumite lucrări de sudare.

4) Tehnologic, adîncimea și forma craterului format în capătul electrodului topit influențează în sensul reducerii dificultății sudării la poziție (pe verticală, plafon) și creșterii fluidității stratului de zgură. În cazul utilizării electrodului bazic, rolul craterului for-

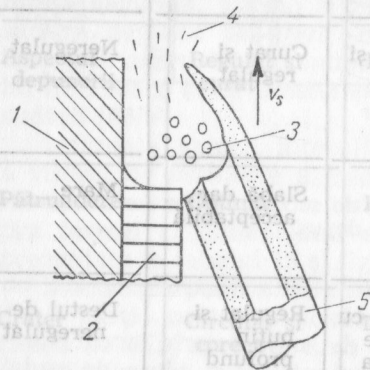


Fig. 49. Sudarea la poziție cu electrod bazic;

1 — piesa turnată; 2 — metal depus;
3 — picături de metal lichid; 4 — gaz protector; 5 — electrod.

mat în capătul electrodului este hotărîtor pentru sudarea la poziție, așa cum se poate vedea din fig. 49, condiționînd în același timp tendința de formare a suflurilor în cusătura sudată.

Se observă că picăturile de metal topit sînt bine protejate de cantitatea de gaze emanate în timpul sudării, precum și de scutul învelișului electrodului încă netopit. Remanierea piesei turnate este executată prin sudare la poziție verticală urcătoare (V_s).

Influența grosimii învelișului electrodului asupra formei stratului de sudură depus poate fi urmărită în tabelul 13.

Influența grosimii învelișului electrodului asupra formei stratului de sudură depus

Tabelul 13

Inveliș	Pelicular sau subțire	Semigros	Gros	Foarte gros (cu pulbere de fier)
Diametrul de înveliș și profunzimea craterului				
	Nu este crater	Crater mediu	Crater profund	Crater foarte profund
Forma cordonului				
I_s mediu	$I_s = 130 A$	$I_s = 150 A$	$I_s = 170 A$	$I_s = 200 - 220 A$

Metodele de sudare manuală cu arc electric, care permit obținerea de productivități ridicate sînt: sudarea cu electrozi cu topire adîncă, sudarea cu electrozi în înveliș cu pulbere de fier și sudarea manuală cu mai mulți electrozi.

5.1.2. Sudarea cu electrod de cărbune

Procedeul de sudare cu arc electric cu electrod de cărbune este prezentat schematic în fig. 50; în varianta fig. 50, a cu un electrod de cărbune și în varianta fig. 50, b, cu doi electrozi de cărbune.

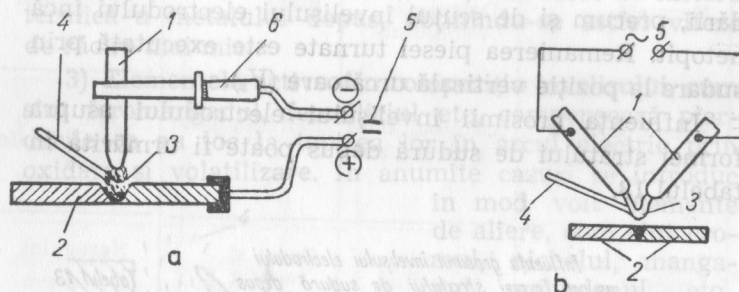


Fig. 50. Schema instalației de sudare cu electrod de cărbune:
1 — electrodul de cărbune; 2 — piesa turnată (metalul de bază);
3 — arc electric; 4 — sîrmă (metalul de adaos); 5 — sursa de curent;
6 — port electrod.

În varianta fig. 50, a arc electric se formează între electrodul de cărbune și piesa de sudat. Metalul de adaos necesar formării cusăturii sudate este obținut separat dintr-o sîrmă metalică. Electrodul de cărbune este montat într-un portelectrod, care servește și pentru conducerea procesului de sudare. Acest procedeu se aplică mai frecvent la remanierea prin sudare a pieselor din fontă și mai puțin a celor din oțel sau din aliaje neferoase.

La sudarea prin acest procedeu se pot realiza viteze mai mari de topire a metalului de bază decît prin sudarea cu electrozi înveliți [34].

5.1.3. Sudarea electrică sub strat de flux

Sudarea cu arc electric sub strat de flux în general este în prezent cel mai răspîndit procedeu de sudare automată; pentru remanierea defectelor de sudare se recomandă folosirea numai a sudării semiautomate.

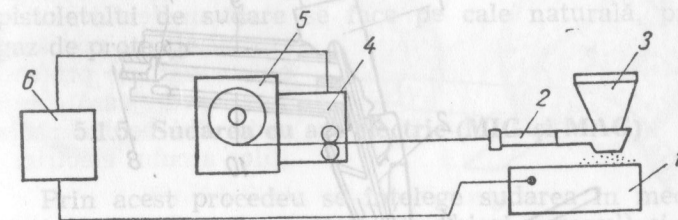


Fig. 51. Schema instalației de sudare semiautomată sub flux:
1 — piesa turnată; 2 — capul de sudare; 3 — rezervor pentru flux;
4 — dulap de comandă și alimentare a sîrmei electrod; 5 — tambur cu sîrmă; 6 — sursa de curent.

Procedeul de sudare semiautomată sub strat de flux este prezentat schematic în fig. 51. Acest procedeu se aplică cu succes la remanierea defectelor de turnare, deoarece se pretează în special pentru suduri scurte. Față de sudarea manuală cu arc electric acest procedeu prezintă mai multe avantaje, cum sînt: productivitatea este de 2—3 ori mai mare, calitate superioară a îmbinării sudate și razele emise de arc electric nu sînt atît de intense deoarece arc este acoperit de stratul de flux. Acest procedeu prezintă dezavantajul că nu permite sudarea la poziție, motiv pentru care utilizarea sa este încă limitată.

5.1.4. Sudarea în atmosferă de gaz inert

Prin sudare în gaz inert se înțelege sudarea în mediu protector de gaz inert, de obicei argon, la care arcul electric se formează între un electrod nefuzibil de wolfram și piesa de sudat. Sudarea se poate realiza

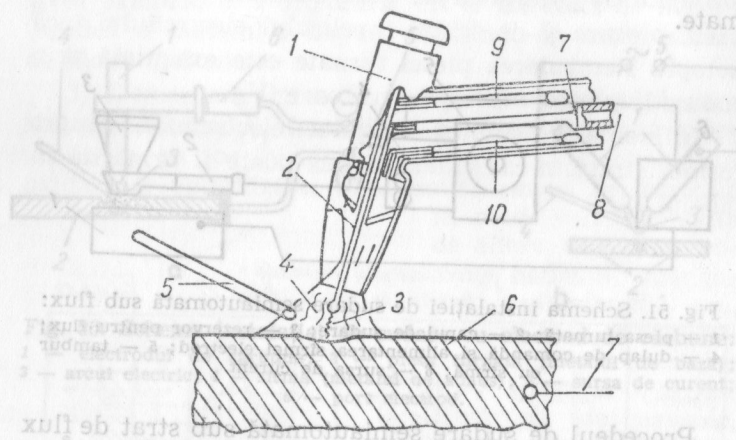


Fig. 52. Schema de principiu a sudării WIG:
1 — cap de sudare; 2 — electrod nefuzibil; 3 — arc electric; 4 — gaz inert; 5 — metal de adaos; 6 — piesa turnată; 7 — cabluri de alimentare cu curent; 8 — conductă de gaz; 9 și 10 — intrare-ieșire apă de răcire.

atit în curent continuu, cât și în curent alternativ, în funcție de compoziția chimică a piesei turnate. Principiul sudării WIG poate fi urmărit în fig. 52.

Capul de sudare este condus manual de către sudor de-a lungul defectului de remaniat din piesa turnată. Arcul electric se formează și arde între electrodul nefuzibil de wolfram și piesa de sudat ce constituie al

doilea electrod. Arcul electric este bine protejat de fluxul de gaz inert, adus printr-un furtun flexibil. Pentru sudarea cu intensități mari de curent pistolul de sudare este răcit puternic cu apă. Metalul de adaos este adus la locul de sudare de regulă manual, funcție de compoziția chimică a piesei de sudat el poate fi oțel aliat, cupru, aluminiu sau un aliaj al acestora. În cazul sudării cu intensități mici de curent răcirea pistolului de sudare se face pe cale naturală, prin gaz de protecție.

5.1.5. Sudarea cu arc electric (MIG și MAG)

Prin acest procedeu se înțelege sudarea în mediu protector de gaz inert MIG (de obicei argonul) și de gaz activ MAG (în mod obișnuit bioxidul de carbon CO_2 sau amestec de CO_2 și argon). Principiul procedeelor de sudare MIG și MAG este reprezentat schematic în fig. 53.

Arcul electric se formează între sîrmă electrod și piesa de remaniat prin sudare; prin alimentarea continuă și controlată se asigură depunerea uniformă a metalului topit.

Viteza de alimentare v_e cu sîrmă fu-

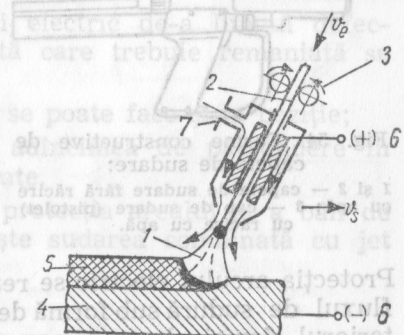


Fig. 53. Schema sudării MIG și MAG:

1 — arc electric; 2 — sîrmă electrod; 3 — role de antrenare; 4 — piesă cu defect; 5 — metal depus; 6 — alimentare cu curent; 7 — intrare gaz de protecție.

bilă este funcție de diametrul electrodului și de puterea arcului electric.

Forma capetelor de sudare este prezentată în fig. 54, care, funcție de intensitatea curentului de sudare, pot fi fără răcire cu apă și cu răcire cu apă sub presiune.

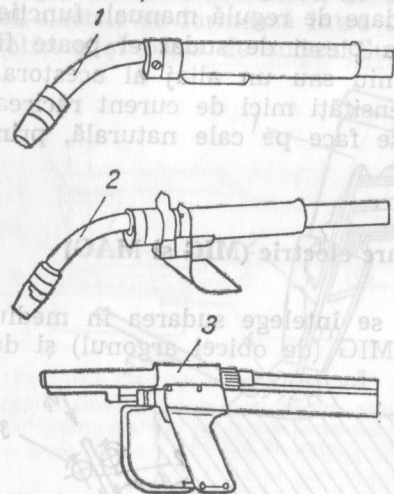


Fig. 54. Forme constructive de capete de sudare:

1 și 2 — capete de sudare fără răcire cu apă; 3 — cap de sudare (pistolet) cu răcire cu apă.

Protecția arcului electric se realizează în principal prin fluxul de sudură sub formă de pulbere introdus în interiorul sîrmei electrod, așa cum se poate observa în fig. 55. Pentru a închide cît mai etanș fluxul de sudură în interiorul părții metalice se livrează de producător diferite forme constructive de electrozi tubulari. Sudarea prin acest procedeu se realizează semi-automat și prezintă următoarele avantaje:

Din figură se observă că unele forme constructive sînt prevăzute cu un scut de protecție care protejează mîna sudorului contra radiațiilor arcului electric.

5.1.6. Sudarea cu sîrmă tubulară

Procedeul de sudare cu sîrmă tubulară poate fi utilizat cu sau fără protecție de gaz a arcului electric. Principiul sudării este similar cu procedeul MAG.

— dozarea fluxului este riguros constantă pentru diferite dimensiuni de electrod și nu există pierderi de flux;

— zgura depusă pe cordonul de sudură formează un strat mai subțire și mai ușor de eliminat;

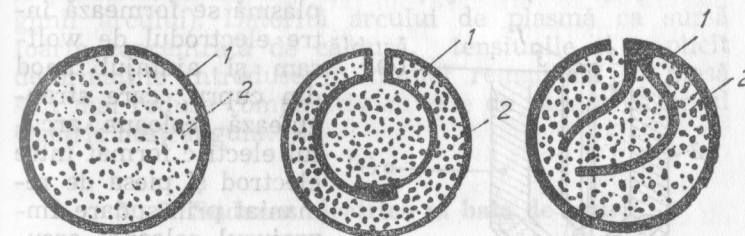


Fig. 55. Sîrme tubulare de sudare:

1 — metal; 2 — flux.

— conducerea arcului electric de-a lungul defectului de pe piesa turnată care trebuie remaniată se face ușor;

— sudarea defectului se poate face și la poziție;

— productivitatea și adîncimea de pătrundere în metalul de bază sînt ridicate.

Pentru a îmbunătăți protecția arcului și a băii de metal lichid se obișnuiește sudarea combinată cu jet de CO_2 .

5.1.7. Sudarea electrică cu plasmă

Plasma termică se obține prin „comprimarea” arcului electric care are o temperatură înaltă și corespunde întru totul cerințelor unei surse termice de sudare foarte concentrate.

Pentru sudare se folosesc generatoare de plasmă de construcție specială, în care se realizează un jet și un arc de plasmă de presiune mică datorită debitului foarte redus de gaz plasmogen. Schema de principiu a sudării cu plasmă este prezentată în fig. 56. Jetul de

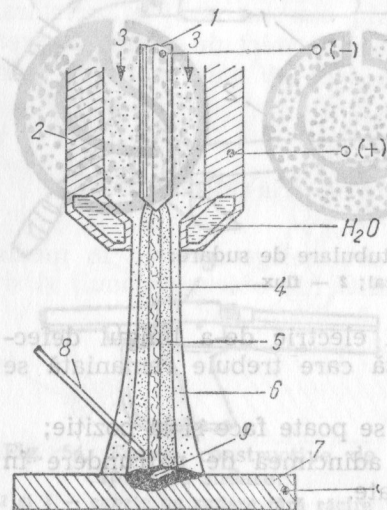


Fig. 56. Schema de principiu a sudării cu plasmă:

- 1 — electrod nefuzibil de wolfram;
- 2 — ajutor anod; 3 — gaz plasmogen;
- 4 — coloana arcului de plasmă; 5 — gaz fierbinte; 6 — gaz rece; 7 — piesă de remaniat; 8 — metal de adaos;
- 9 — baie de metal lichid.

Jetul de plasmă se formează între electrodul de wolfram și ajutorul anod din cupru, care strângă coloana arcului electric format între electrod și piesa de remaniat prin sudare. În jurul coloanei arcului de plasmă sunt situate perdele de gaz fierbinte și rece. Metalul de adaos poate fi alimentat manual sau mecanizat. Având în vedere că procesul se desfășoară cu mare viteză și pentru obținerea unei suduri de bună calitate, de regulă alimentarea cu sîrmă se face mecanizat. Pentru sudarea obișnuită, drept gaz plasmogen se folosește argonul singur sau în amestec cu câteva procente de hidrogen sau heliu, care au și rolul de a mări gradul de concentrare și deci temperatura arcului de plasmă.

Se pot remania prin sudare cu plasmă toate piesele turnate din oțeluri aliate, din aliaje neferoase și după ultimele date chiar cele din fontă.

Față de procedeul WIG, la sudarea cu plasmă procesul de încălzire este mult mai puțin sensibil la variația distanței între generator și piesă (la variația lungimii arcului). Datorită arcului de plasmă ca sursă foarte concentrată de căldură, tensiunile și implicit deformările introduse în timpul remanierii în piesă sînt mai reduse comparativ cu cele de sudare cu arc electric neștrăngulat [4].

5.1.8. Sudarea electrică în baie de zgură

În general, sudarea în baie de zgură reprezintă un mod economic de sudare a pieselor foarte groase (începînd de la 400 mm pînă la 1 000 mm și chiar peste 1 000 mm).

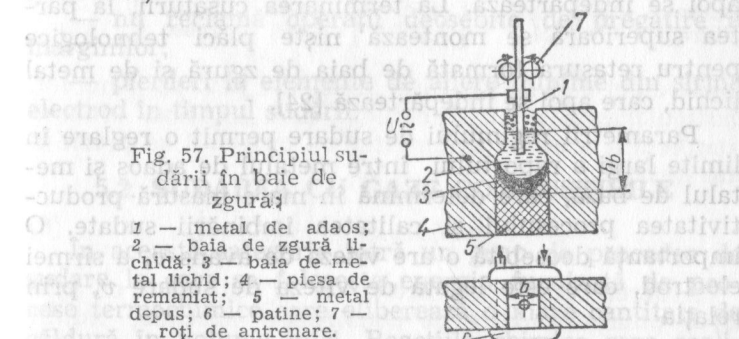


Fig. 57. Principiul sudării în baie de zgură:

- 1 — metal de adaos;
- 2 — baie de zgură lichidă; 3 — baie de metal lichid; 4 — piesa de remaniat; 5 — metal depus; 6 — patine; 7 — roți de antrenare.

Schema de principiu a sudării în baie de zgură este prezentată în fig. 57. Curentul trece prin: metalul de adaos (sîrma electrod), baie de zgură, baie de metal

lichid și se întoarce la sursă prin metalul de bază. În baia de zgură se dezvoltă prin efect Joule o cantitate de căldură care menține baia în stare lichidă și topește în continuare metalul de adaos și o parte din marginile piesei. Baia metalică se răcește în partea inferioară pe măsură ce se formează noi picături de metal lichid la partea superioară. În felul acesta se obține cusătura sudată procesul desfășurându-se de jos în sus. Pentru ca zgura și metalul lichid să nu curgă la marginile cusăturii, pe părțile laterale ale piesei se montează plăci din cupru numite patine răcite cu apă.

La începutul sudării se amorsează un arc analog cu cel sub strat de flux. Pe măsură ce se formează baia topită, arcul se stinge și sursa de căldură e asigurată în continuare prin efect Joule în baia de zgură. Procesul de sudare începe în plăci de forma unor buzunare care se atașează la partea inferioară a piesei și apoi se îndepărtează. La terminarea cusăturii, la partea superioară se montează niște plăci tehnologice pentru retasura formată de baia de zgură și de metal lichid, care apoi se îndepărtează [24].

Parametrii regimului de sudare permit o reglare în limite largi a raportului între metalul de adaos și metalul de bază, care determină în mare măsură productivitatea procesului și calitatea îmbinării sudate. O importanță deosebită o are viteza de avans v_e a sîrmei electrod, care este legată de viteza de sudare v_s prin relația

$$n v_e A_e = v_s A_r, \quad (5)$$

în care:

A_r este secțiunea rostului, în mm^2 ;

A_e este secțiunea electrodului, în mm^2 ;

n — numărul de electrozi.

$$v_e = \frac{4 \cdot g \cdot h}{n \cdot d^2} \cdot v_s, \quad (6)$$

în care:

g este grosimea piesei, în mm;

b — lățimea rostului, în mm;

d — diametrul electrodului, în mm.

Avantajele tehnico-economice ale remanierii prin sudare în baie de zgură sînt legate de următoarele caracteristici:

— este o metodă de foarte mare productivitate, depunându-se pînă la 300 kg metal/h;

— permite realizarea unor economii mari de manoperă și materiale;

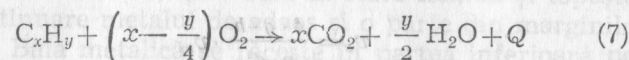
— nu reclamă operații deosebite de pregătire a marginilor;

— pierderi la elemente de aliere minime din sîrma electrod în timpul sudării.

5.2. SUDAREA CU GAZE COMBUSTIBILE

În această categorie intră un grup de procedee de sudare la care se folosește energia furnizată de procese termochimice care eliberează o mare cantitate de căldură în volume mici. Reacțiile chimice care realizează concentrarea de putere specifică sursei de sudare sînt de două categorii: reacții de ardere a hidrocarburilor (flacăra de gaze) și reacții de oxidare a elementelor metalice numite și reacții termice. O reac-

ție de ardere a unei hidrocarburi are loc după formula generală



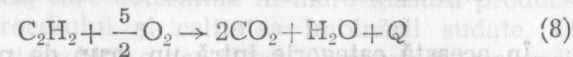
În tabelul 14 sînt prezentate principalele gaze combustibile, dintre acestea pentru sudarea defectelor de

Tabelul 14

Gaze combustibile folosite la sudarea cu flacără

Gazul	Formula chimică	Puterea calorifică kcal/m ³	Căldura utilizabilă kcal/m ³	Temperatura flăcării °K	Densitatea fluxului de căldură kcal/s·cm ²
Acetilenă	C ₂ H ₂	13 600	5 050	3 450	—
Metan	CH ₄	8 550	1 400	2 150	10,7
Propan	C ₃ H ₈	22 350	1 150	2 200	2,56
Butan	C ₄ H ₁₀	29 510	1 100	2 250	—
Hidrogen	H ₂	2 570	1 300	2 000	2,34

turnare cel mai folosit fiind acetilena. Ecuația generală, particularizată pentru acetilenă care exprimă arderea completă a acesteia în amestec cu oxigenul se prezintă sub forma



Arderea completă a acetilenei se realizează cu ajutorul unui dispozitiv de construcție specială, numit suflai oxiacetilenic (fig. 58).

Flacăra oxiacetilenică este neomogenă din punct de vedere al compoziției și temperaturilor. Structura unei flăcări normale se prezintă schematic în fig. 59 și are următoarele părți principale:

1) Zona rece formată din amestecul de gaze încă neaprins.

2) Nucleul flăcării în care are loc încălzirea treptată a amestecului de gaze pînă la temperatura de aprindere; într-un strat subțire exterior al acestei zone

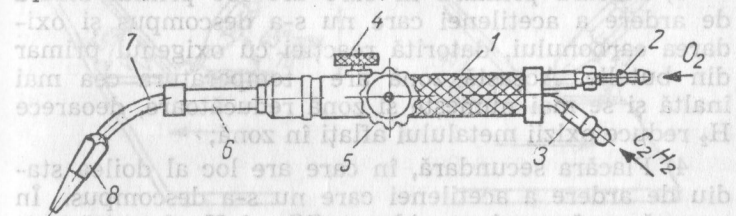


Fig. 58. Suflai pentru sudare oxiacetilenică:

1 — corpul suflaiului; 2 — conductă pentru O₂; 3 — conductă pentru acetilenă; 4 — robinet de reglare a debitului de O₂; 5 — robinet de reglare a debitului de acetilenă; 6 — camera de amestec; 7 — tija suflaiului; 8 — becul suflaiului.

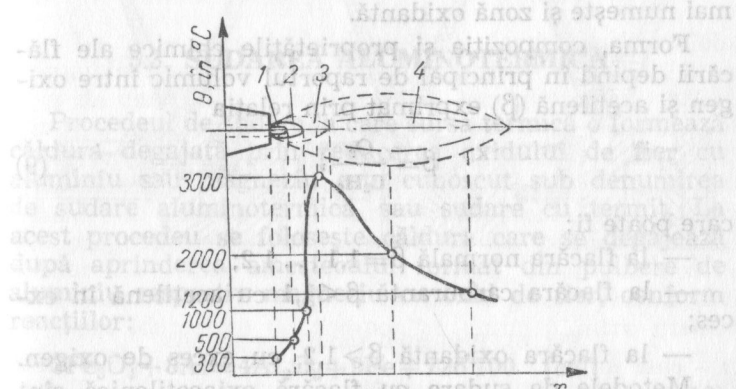


Fig. 59. Structura flăcării oxiacetilenice:

1 — zona rece; 2 — nucleul flăcării; 3 — flacăra primară; 4 — flacăra secundară.

are loc descompunerea parțială a acetilenei în H_2 și $2C$ cu formarea unor particule solide de carbon, care, supraîncălzite, strălucesc și formează partea cea mai luminoasă a flăcării.

3) Flacăra primară în care are loc primul stadiu de ardere a acetilenei care nu s-a descompus și oxidarea carbonului, datorită reacției cu oxigenul primar din butelie. Această zonă are temperatura cea mai înaltă și se mai numește și zonă reducătoare, deoarece H_2 reduce oxizii metalului aflați în zonă;

4) Flacăra secundară, în care are loc al doilea stadiu de ardere a acetilenei care nu s-a descompus. În această zonă are loc oxidarea CO_2 și H_2 datorită oxigenului secundar aflat în principal în aer. Atât CO_2 cât și H_2O pot oxida fierul la temperatura flăcării secundare, motiv pentru care zona ocupată de aceasta se mai numește și zonă oxidantă.

Forma, compoziția și proprietățile chimice ale flăcării depind în principal de raportul volumic între oxigen și acetilenă (β) exprimat prin relația

$$\beta = \frac{O_2}{C_2H_2}, \quad (9)$$

care poate fi:

- la flacăra normală $\beta = 1,1 \dots 1,2$;
- la flacăra carburantă $\beta < 1,1$ cu acetilenă în exces;
- la flacăra oxidantă $\beta > 1,2$, cu exces de oxigen.

Metodele de sudare cu flacăra oxiacetilenică sînt reprezentate în fig. 60.

Metoda de sudare la stînga asigură o pătrundere mai redusă în metalul de bază și de aceea se recomandă mai mult pentru operațiile de încărcare. Suda-

rea la dreapta se realizează cu pătrundere mare în piesa turnată, viteza de sudare fiind, de asemenea, mai mare decît la sudare la stînga.

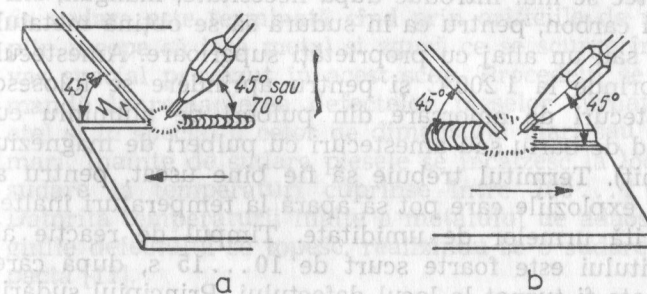
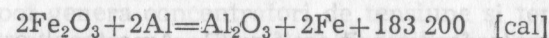
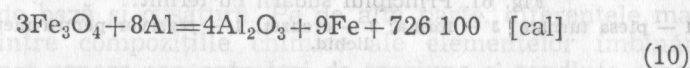


Fig. 60. Metode de sudare cu flacăra:

a — sudare la stînga; b — sudare la dreapta.

5.3. SUDAREA ALUMINOTERMICĂ

Procedeul de sudare la care sursa termică o formează căldura degajată prin reducerea oxidului de fier cu aluminiu sau magneziu este cunoscut sub denumirea de sudare aluminotermică, sau sudare cu termit. La acest procedeu se folosește căldura care se degajează după aprinderea amestecului format din pulbere de aluminiu respectiv magneziu cu oxid de fier, conform reacțiilor:



După aprindere, temperatura amestecului ajunge brusc la circa $3\,000^\circ C$, zgura se separă la suprafața

creuzetului iar oțelul topit la fund. Prin acest procedeu dintr-un kilogram de amestec se obțin circa 550 g oțel topit, restul fiind zgură din oxid de aluminiu. În amestec se mai introduc după necesitate, mangan, siliciu și carbon, pentru ca în sudură să se obțină metalul dorit sau un aliaj cu proprietăți superioare. Amestecul se aprinde la 1200°C și pentru aprindere se folosesc amestecuri de amorsare din pulberi de aluminiu cu bioxid de bariu sau amestecuri cu pulberi de magneziu (termit). Termitul trebuie să fie bine uscat, pentru a evita exploziile care pot să apară la temperaturi înalte, datorită urmelor de umiditate. Timpul de reacție al termitului este foarte scurt de 10...15 s, după care el poate fi turnat la locul defectului. Principiul sudării

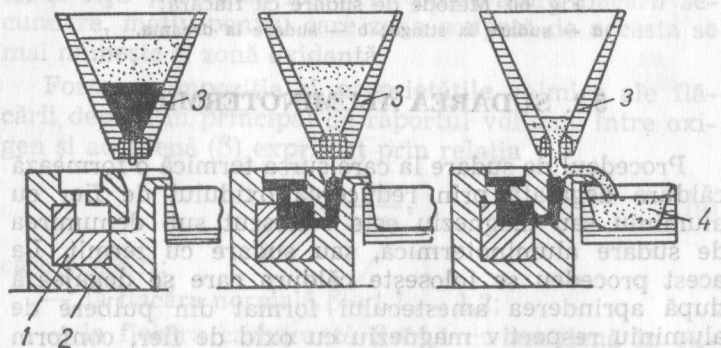


Fig. 61. Principiul sudării cu termit:

1 — piesa turnată; 2 — forma; 3 — creuzet; 4 — rezervor pentru metal lichid.

cu termic poate fi urmărit în fig. 61. Amestecul este depus într-un creuzet în care, după aprindere, la fund se separă metalul lichid și deasupra zgura.

Prin orificiul prevăzut la partea inferioară a creuzetului metalul lichid se scurge într-un locaș special prevăzut. Acesta este astfel construit încât să asigure buna conducere a metalului lichid spre formă. Operația de sudare este terminată când prin orificiile de supraplin începe să iasă metal și zgură ce se scurge într-un vas special prevăzut în acest scop. Procedul se recomandă la remanierea defectelor pieselor turnate din oțel și în special a celor de dimensiuni mari sau foarte mari. Înainte de sudare piesele se încălzesc la locul de sudare la temperaturi cuprinse între $700 \dots 1000^{\circ}\text{C}$. Datorită temperaturii înalte a metalului de adaos marginile defectului se tocesc, realizându-se o sudare compactă [11].

5.4. MATERIALE DE ADAOS FOLOSITE LA SUDARE

La toate procedeele de sudare alegerea materialelor de adaos are foarte mare importanță și se face în funcție de condițiile de solicitare și comportare în exploatare a îmbinării sudate, ținând seama în primul rând de compoziția chimică și de caracteristicile mecanice ale piesei ce urmează a fi sudată. În cele mai frecvente cazuri se impune ca îmbinările remaniate prin sudare să asigure caracteristici mecanice cel puțin la nivelul celor ale piesei turnate fără defect. Obținerea acestor caracteristici este evident că nu se poate realiza prin simpla identitate de compoziție chimică între metalul de bază și cusătură. Pe de altă parte, diferențele mari între compozițiile chimice ale elementelor îmbinării pot genera concentratori de tensiune și tendințe accentuate spre coroziune locală. Utilizarea unor materiale de adaos cu care să se realizeze îmbinări sudate cu caracteristici de exploatare superioare celor ale meta-

lului de bază nu se justifică din punct de vedere economic [46].

Materialele de adaos la sudare se împart în două grupe: de bază și auxiliare. Din materiale de adaos de bază fac parte metalele și aliajele care participă direct la formarea cusăturii sudate, de exemplu: electrozii înveliți, sîrmele de sudare și pulberile metalice. Materialele de adaos auxiliare ușurează realizarea îmbinării sudate, însă ele nu participă direct la formarea cusăturii sudate, de exemplu: învelișul electrodului, fluxul pentru sudură, gazele de protecție (argonul și bioxidul de carbon) și gazele combustibile (acetilena + oxigenul). În continuare se vor prezenta pe scurt principalele materiale care sînt folosite sau recomandate pentru remanierea defectelor de turnare.

5.4.1. Electrozi înveliți

Electrozii înveliți constituie cea mai răspîdită categorie de material de adaos. Funcție de utilizare, electrozii înveliți destinați sudării manuale cu arc electric se împart în următoarele grupe:

- I — electrozi destinați sudării structurilor din oțel carbon;
- II — electrozi destinați sudării structurilor din oțeluri slab aliate de granulație fină;
- III — electrozi destinați sudării structurilor din oțeluri rezistente la temperaturi pînă la 600°C;
- IV — electrozi destinați sudării structurilor din oțeluri înalt aliate inoxidabile și refractare;
- V — electrozi pentru încărcare prin sudare cu metal avînd proprietăți speciale;

- VI — electrozi pentru sudarea fontei;
- VII — electrozi pentru sudarea aliajelor neferoase.

Dintre caracteristicile tehnice generale ale electrozilor înveliți natura învelișului conferă electrozilor proprietăți specifice, constituînd principalul criteriu pentru diversificarea lor sortimentală. Compoziția chimică a sîrmei este a doua caracteristică ca importanță, celelalte caracteristici nefiînd determinante pentru calitatea electrozilor.

Învelișurile electrozilor se împart în funcție de componentele principale și de sistemul de zgurificare în 8 tipuri. Conform standardului internațional ISO, adoptat și de R. S. România, se clasifică în următoarele tipuri: O — oxidant; A — acid; AT — acid titanice; R(T) — titanice; RR(T) — rutilinic; B — bazic; C — celulozic; S (alte tipuri).

Ca o proprietate generală a electrozilor înveliți se menționează că reacția dominantă la sudare este dată de acțiunea oxireducătoare dintre metalul topit, zgură și mediul ambiant. Conținutul de oxigen al metalului și conținutul de oxid de fier în zgură prezintă o tendință de descreștere, funcție de tipul învelișului în ordinea următoare: O, A, T, R, B. În același timp, se constată o schimbare treptată a profilului cusăturii, de la concav, caracteristică pentru tipurile „O”, la convex, pentru tipul „B”, precum și o creștere a duratei de utilizare a electrozilor, în funcție de natura învelișului pentru sudarea în diferite poziții. Acest efect se datorește creșterii tensiunii superficiale a zgurii și a intervalului de solidificare la răcire.

Rezultă că, în ceea ce privește comportarea la sudare a electrodului, învelișul acestuia are importanță deosebită, mai ales atunci cînd se intenționează ca electrodul să fie destinat operațiilor de remaniere a de-

fectelor pieselor turnate. La alegerea unui anumit tip de electrod trebuie avut în vedere că:

O. Electrozii cu înveliș oxidant de tip O, componentul principal fiind oxidul de fier sau oxidul de mangan produc o zgură oxidantă. Zgura este groasă, compactă și adesea se desprinde singură; pătrunderea sudurii în piesa turnată este slabă și baia metalică este foarte fluidă. Se folosește numai pentru sudarea orizontală, de regulă se recomandă pentru aspectul cusăturii.

A. Electrozii cu înveliș acid produc o zgură cu oxid de fier, oxid de mangan și bioxid de siliciu. Învelișul, din punct de vedere metalurgic, are caracter acid. Pe lângă oxizi de mangan și oxizi de fier, învelișul mai conține un procent ridicat de mangan și alți dezoxidanți. Zgura are un interval mare de solidificare și se desprinde de sudură foarte ușor. Acești electrozi, neputând fi utilizați la sudarea la poziție și sudura având o sensibilitate mare la fisurare, au întrebuințare limitată.

T. Electrozii cu înveliș titanice sau rutilice (T respectiv AT), au caracterul determinat de cantitatea de TiO_2 conținută în rutil sau ilmenit. Zgura produsă la sudare este asemănătoare tipului A, însă cu o fluiditate mai mare. Proprietățile electrodului sînt apropiate de tipul acid, însă cu o comportare la sudare superioară. Tipurile T și R conțin o cantitate importantă de rutil și oxid de titan, 40...50%. Proprietățile bune de sudare la poziție sînt rezultatul unui conținut mai scăzut de oxigen în reacțiile la nivelul zgură-metal, ceea ce mărește tensiunea superficială a zgurei și proprietățile mecanice ale metalului depus.

C. Electrozii cu înveliș celulozic conțin celuloză în proporție de peste 12% și alte materiale organice, care

prin ardere produc o cantitate importantă de bioxid de carbon, gaz protector la sudare. Se caracterizează prin pătrundere mare, viteză ridicată de topire, stropire abundentă și cordon cu solzi inegali.

Se recomandă pentru sudarea de poziție, la rosturi mari, arcul are o ionizare puternică și bună stabilitate.

B. Electrozii cu înveliș bazic sînt cunoscuți și sub numele de electrozi cu hidrogen redus. În înveliș predomină carbonatul de calciu ($CaCO_3$) și fluorina (CaF_2). Zgura are un caracter bazic de culoare brună sau brun închisă, cu aspect sticlos. Electrozii bazici au pătrundere mai redusă, se comportă bine la sudare în toate pozițiile, prezintă caracteristici mecanice foarte bune, în special tenacitatea la temperaturi joase, inegalabile față de alte învelișuri. Metalul depus are rezistență bună la fisurare la cald și la rece. Electrozii cu asemenea învelișuri se recomandă în special pentru sudarea secțiunilor groase și structurilor rigide. Pentru prevenirea fisurării sub cordon datorită hidrogenului, la oțelurile cu tendință de durificare structurală electrozii se calcinează înainte de folosire. Electrozii bazici fiind foarte higroscopici trebuie depozitați în locuri ferite de umezeală, iar calcinarea se face la 150...200°C timp de 1,5...2 h. În afara caracteristicilor enumerate pentru fiecare tip de electrod, calitatea electrozilor înveliși se apreciază după principalele caracteristici mecanice ale metalului depus după cum sînt: R_m — rezistența la rupere prin tracțiune, în N/mm^2 ; R_c — limita de curgere, în N/mm^2 ; A — alungirea la rupere, în %; K_v — energia de rupere la încercarea de încovoiere prin șoc la diferite temperaturi, în Jouli.

La sudarea defectelor în piesele turnate alegerea electrozilor pentru sudare este o etapă importantă a

acțiunii de remaniere și se face după următoarele criterii: primul criteriu de alegere a electrozilor este calitatea metalului de bază și anume compoziția chimică și caracteristicile mecanice ale metalului din care este confecționată piesa turnată, al doilea criteriu este mărimea piesei și destinația acesteia în exploatare și al treilea criteriu este mărimea, poziția și forma defectului ce urmează a fi remaniat.

5.4.2. Fluxuri pentru sudarea oțelurilor

Alegerea fluxurilor pentru sudarea automată și semiautomată cu arc electric acoperit este condiționată în principal de:

- asigurarea în metalul depus și în îmbinarea sudată a caracteristicilor mecanice necesare pentru piesa turnată ce se sudează;

- asigurarea desfășurării continue a procesului de sudare fără defecte, în condițiile tehnologice impuse de particularitățile îmbinării sudate pe piesa turnată.

Pentru a putea răspunde acestor cerințe de bază, alegerea fluxului de sudare trebuie să fie corelată cu alegerea sîrmei. Deci, în final, se urmărește întotdeauna cuplul flux-sîrmă.

Înșușirile fluxurilor condiționează în mare măsură calitatea metalului depus de acest cuplu, ceea ce este foarte important la cunoașterea particularităților specifice ale diferitelor tipuri de fluxuri. Proprietățile unui flux sînt determinate de caracteristicile sale metalurgice, chimice și fizice. La alegerea cuplului flux-sîrmă se au în vedere două obiective:

- asigurarea limitei de curgere în funcție de grupa de rezistență a oțelului folosit ca metal de bază;

- asigurarea energiei de rupere (rezilienței) la temperaturile cerute de condițiile de exploatare ale piesei.

Pentru oțeluri cu granulație fină și limită de curgere ridicată se va urmări alegerea sîrmei în funcție de limita de curgere a metalului de bază. În general, pentru oțeluri pînă la $R_e < 550 \text{ N/mm}^2$, dacă fluxul are o bazicitate ridicată, sîrmele nu necesită aliere cu Mo. Pentru limite de curgere mai mari $R_e > 550 \text{ N/mm}^2$ se recomandă alierea suplimentară cu Mo (0,4...0,6%). Valoarea rezistențelor depinde, pe lîngă conținutul de mangan al sîrmei și de raportul Mn/Si, de bazicitatea fluxului, de tehnologia de sudare și de tratamentul termic aplicat după sudare.

5.4.3. Sîrme de sudare

Alegerea sîrmelor pentru sudarea defectelor pieselor turnate se face după următoarele criterii principale:

- procedeul de sudare care urmează a fi aplicat;
- compoziția chimică a piesei turnate ce se sudează.

Fenomenele fizice, chimice și metalurgice care au loc la sudare diferă în funcție de procedeele tehnologice utilizate pentru sudare. Sîrmele pentru sudare reglementate prin STAS 1126/76 sînt destinate următoarelor procedee de sudare:

- sudarea electrică manuală (pentru miezul electrozilor înveliți);

- sudarea automată și semiautomată în mediu de bioxid de carbon (CO_2);

Sirme de oțel pline pentru

Nr. crt.	Simbolizare		Compoziția chimică				
	STAS 1126-76 sau alte norme	IIS/IIW XII A—88-74	C	Mn	Si	Cr	Ni
1	S10	S1	Maximum 0,10	0,40—0,60	Maximum 0,03	Maximum 0,20	Maximum 0,3
2	S10Mn1	—	Maximum 0,10	0,8—1,20	Maximum 0,10	Maximum 0,20	Maximum 0,3
3	S12Mn2	S3	Maximum 0,12	1,80—2,20	Maximum 0,15	Maximum 0,20	Maximum 0,3
4	S10Mn1Ni1	S2Ni1	Maximum 0,10	0,80—1,20	Maximum 0,15	Maximum 0,2	0,90—1,20
5	S10Mo	S1Mo	Maximum 0,10	0,40—0,60	Maximum 0,15	Maximum 0,20	Maximum 0,3
6	S10Mn1Mo	S2Mo	Maximum 0,10	0,8—1,2	Maximum 0,15	Maximum 0,20	Maximum 0,3
7	S12Mn2Mo	S4Mo	Maximum 0,12	1,80—2,20	Maximum 0,15	Maximum 0,20	Maximum 0,30

Tabelul 15

sudare și încărcare sub flux

a sirmei, %				Diametrul sirmei mm	Intensitatea curentului de sudare A	Fluxul recomandat	Indicații de utilizare
Mo	P Max.	S Max.	Alte elemente				
—	0,03	0,03	—	2; 2,5; 3,25; 4; 5			Pentru sudare oxiacetilenică
—	0,03	0,03	—	3,25; 4; 5	100—200	FSM37 FSM20	
—	0,03	0,03	—	Idem	Idem	FSM37 FSM20	
—	0,03	0,02	—	Idem	Idem	FB10 FB20	Pentru sudare automată sub flux a oțelurilor carbon și slab aliate în cuplu cu diferite fluxuri.
0,40—0,60	0,03	0,03	—	Idem	Idem	FB10 FB20	Alegerea se face în funcție de marca oțelului
0,40—0,60	0,03	0,03	—	Idem	Idem	FB10 FB20	
0,40—0,60	0,03	0,03	—	Idem	Idem	FB10 FB20	

Tabelul 15

Nr. crt.	Simbolizare		Compoziția chimică				
	STAS 1126-76 sau alte norme	IIS/IW XII A-88-74	C	Mn	Si	Cr	Ni
8	S32MoCr6	—	0,24—0,32	0,40—0,80	Maximum 0,35	5,5—6,5	Maximum 0,25
9	S12Cr26Ni20	—	Maximum 0,12	1,50—2,0	Maximum 0,80	25—27	19—21
10	S12MoNi	S1MoNi	Maximum 0,10	0,4—0,7	Maximum 0,3	Maximum 0,2	0,8—1,0
11	S10Mn1MoCr1	S2MoCr1	Maximum 0,10	0,8—1,2	Maximum 0,35	0,8—1,20	Maximum 0,30
12	S10MoCrNi1	S1CrMoNi1	Maximum 0,10	0,4—0,6	Maximum 0,25	0,40—0,60	0,8—1,1
13	S50MoCr1	—	0,40—0,50	0,4—0,8	0,15—0,40	0,90—1,30	Maximum 0,25

Tabelul 15 (continuare)

a sîrmei, %				Dia-metrul sîrmei mîm	Curen-tul de sudare A	Fluxul reco-mandat	Indicații de utilizare
Mo	P Max.	S Max.	Alte ele-mente				
0,40—0,60	0,03	0,03	—	3,25; 4; 5	100—200	FB10 FB20	Pentru încărcarea pieselor
—	0,025	0,025	Cu maximum 0,30	Idem	Idem	Fluxuri ceramice	Pentru sudarea automată sub flux a oțelurilor aliate în cuplu cu diferite fluxuri ceramice. Alegerea se face în funcție de marca oțelului
0,4—0,6	0,03	0,03	—	Idem	Idem	FB10 FB20	Pentru sudarea automată sub flux a oțelurilor carbon și slab aliate, cu diferite fluxuri.
0,40—0,60	0,03	0,03	—	Idem	Idem	FB10 FB20	Alegerea acestora se va face în funcție de marca oțelului.
0,4—0,6	0,03	0,02	—	Idem	Idem	FB10 FB20	
0,40—0,60	0,03	0,035	—	Idem	Idem	FSM37 FB20	Pentru recondiționarea pieselor uzate sau în-

Tabelul 15 (continuare)

Număr cu- rent	Simbolizare		Compoziția chimică				
	STAS 1126-76 sau alte norme	IMS/IIW XII A-83-74	C	Mn	Si	Cr	Ni
14	S80Cr	—	0,7— 0,8	0,6— 0,9	Maxi- mum 0,4	0,7— 1,0	Maxi- mum 0,25
15	S95	—	0,85— 0,95	Maxi- mum 0,4	0,15— 0,40	Maxi- mum 0,35	Maxi- mum 0,25
16	S22MoC	—	0,15— 0,22	0,40 0,70	0,12— 0,35	0,8— 1,10	Maxi- mum 0,30
17	S32MoC60H C.S. 383-74	—	0,24— 0,32	0,4— 0,8	Maxi- mum 0,35	2,5— 3,5	Maxi- mum 0,25
18	IONCI80	—	Maxi- mum 0,12	Maxi- mum 2	Maxi- mum 0,8	17—19	8—10

Tabelul 15 (continuare)

a sîrmei, %				Dia- me- trul sîr- mei mm	Cu- rentul de su- dare A	Fluxul recoman- dat	Indicații de utilizare
Mo-	P Max.	S Max.	Al- te ele- men- te				
—	0,03	0,03	—	3,25; 4; 5	100— 200	FSM37 FB20	cărcarea piese- lor noi supuse uzării
—	0,03	0,03	—	Idem	Idem	FSM37 FB20	
0,15— 0,30	0,025	0,025	—	Idem	Idem	FB10 FB20	Pentru sudarea automată sub flux a oțelurilor aliat, cu dife- rite fluxuri. Alegerea aces- tora se face în funcție de marca oțelului
0,4— 0,6	0,02	0,025	—	Idem	Idem	FSM37 FB20	Pentru recondi- ționarea sau în- cercarea prin sudare a piese- lor
—	—	—	—	Idem	Idem	Fluxuri ceramice	Pentru sudarea automată sub flux a oțelurilor aliat, în cuplu cu diferite flu- xuri. Alegerea se face în func- ție de marca oțelului.

Sirme de oțel pline pentru

Număr curent	Simbolizarea conform STAS 1126-76	Compoziția chimică a sirmei, %						
		C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	P Max.
1	S11Mn2Si	Maxi- mum 0,11	1,80— 2,20	0,65— 0,90	Maxi- mum 0,20	Maxi- mum 0,30	—	0,03
2	S12Mn1Si Ni1Ti	Maxi- mum 0,12	1,40— 1,70	0,60— 0,90	Maxi- mum 0,15	1,90— 1,20	—	0,03
3	S12SiMoCr1	Maxi- mum 0,12	0,40— 0,80	0,40— 0,70	0,80— 1,20	Maxi- mum 0,30	0,40— 0,60	0,03
4	S22MoCr	0,15— 0,22	0,40— 0,70	0,12— 0,35	0,80— 1,10	Maxi- mum 0,30	0,15— 0,30	0,025
5	S10Mn1Si MoCr1	Maxi- mum 0,10	1,10— 1,50	0,45— 0,70	0,80— 1,20	Maxi- mum 0,30	0,40— 0,60	0,03
6	S10Mn1Si Ni1Mo	Maxi- mum 0,10	1,0— 1,30	0,45— 0,60	—	0,90— 1,10	0,40— 0,60	0,025
7	S12Cr26Ni20	Maxi- mum 0,12	1,50— 2,00	Maxi- mum 0,80	25,0— 27,0	19,0— 21,0	—	0,025

Tabelul 16

sudare în medii de gaze protecționare

S Max.	Alte ele- mente	Curen- tul de sudare A	Dia- metrul sirmei mm	Gazul de pro- tecție reco- man- dat	Indicații de utilizare
0,03	—	100—150 160—210	0,9—1,2 1,4—1,6	CO ₂	Pentru sudarea în mediu de gaz protector a oțeluri- lor slab aliate și slab aliate
0,03	—	100—150 160—210	0,9—1,2 1,4—1,6	CO ₂	
0,03	—	100—150 160—210	0,9—1,2 1,4—1,6	CO ₂ și amestec CO ₂ , Ar	Sudarea în me- diu de gaz pro- tector a oțeluri- lor slab aliate cu Cr, Mo, Si (conducte)
0,03	—	100—150 160—210	0,9—1,2 1,4—1,6	CO ₂ , Ar	Sudarea în me- diu de gaz pro- tector a oțeluri- lor cu rezistență ridicată
0,03	—	120—140 160—220	0,9—1,2 1,4—1,6	Ar, CO ₂	Sudarea în me- diu de gaz pro- tector a oțeluri- lor slab aliate cu Cr, Mn, Si, Mo
0,025	—	120—140 160—220	0,9—1,2 1,4—1,6	Ar, CO ₂	Sudarea în me- diu de gaz pro- tector a oțeluri- lor slab aliate cu Mn, Ni, Mo
0,025	Cu maxi- mum 0,3	110—120 130—160	0,9—1,2 1,4—1,6	Ar	Sudarea în me- diu de gaz pro- tector a oțeluri- lor inoxidabile austenitice.

Tabelul 16

Sîrme

Nr. crt.	Marca	Producător (țara)	Caracteristici mecanice			
			R_m N/mm ²	R_c N/mm ²	A_5 %	K_v J
1	Fluxtub-1	ISPS — Buzău	510— —570	430— —410	22—30	80—120 (la —20°C)
2	STS-02-G	ISIM — Timișoara	540— —640	450— —510	22	28 (la —40°C)
3	STI-01-F	ISIM — Timișoara	—	—	—	—
4	Union Ro- Patina	R. F. Ger- mania	540— —610	460— —520	22—26	120—180
5	Cor-O-Fi1P22	Olanda	680	580	18	62
6	Casto Dur AN 2010	Castolin	Duritate 150...160 HB			
7	Nodul TeC AN 4226	Castolin	450	370	4	—

Tabelul 17

tubulare

Metalul depus						Domenii de utilizare
Compoziție chimică, %						
C	Mn	Si	Cr	Mo	Alte ele- mente	
Maxi- mum 0,10	1,1— —1,75	0,2— —0,4			S+P Maxi- mum 0,05	Oțel carbon și slab aliate
Maxi- mum 0,08	1,2— —1,7	0,3— —0,4			S+P Maxi- mum 0,040	Idem
2,6— —3,2	1,5— —2,4	2,2— —3,2	22,5— —23		2,3— —3,5 Ni	Încărcări dure
0,10	1,05	0,50	—		Ni 0,70 Cu 0,40	Oțel carbon și slab aliate
0,08	1,4	—	0,5	—	V 0,2	Oțel cu Mo și V
						Oțel carbon și slab aliate C 0,22%
						Fonte cenușii no- dulare și malea- bile. Sudare cu preîn- călzire la circa 600°C

— sudarea automată și semiautomată sub strat de flux;

— sudarea în mediu de gaz inert (argon);

— sudarea oxiacetilenică.

Pentru facilitarea alegerii mărcilor corespunzătoare diferitelor procedee de sudare sîrmele sînt grupate în funcție de nivelul de aliere și destinație astfel:

— sîrme nealiate și slab aliate, destinate sudării oțelurilor carbon, slab aliate și cu limită de curgere ridicată;

— sîrme mediu și înalt aliate și cu limită de curgere ridicată, destinate oțelurilor aliate de înaltă rezistență;

— sîrme înalt aliate pentru sudarea oțelurilor inoxidabile și refractare.

Sirmele tubulare, cunoscute și sub denumirea de sîrme cu miez sau electrozi tubulari sînt executate dintr-o manta metalică exterioară umplută cu un amestec de materiale pulverulente, care constituie miezul sîrmei. Se utilizează pentru sudarea pieselor din oțeluri carbon, slab aliate, înalt aliate, fontă și aliaje neferoase. Sirmele tubulare se caracterizează în general prin viteze și coeficienți de topire mai mari decît sirmele pline sau a electrozilor înveliți, iar miezul pulverulent le conferă unele proprietăți speciale.

În tabelele 15 și 16 sînt prezentate compozițiile chimice ale unor sîrme de sudare fabricate de I.I.S. Cîmpia Turzii în asociere cu diferite fluxuri și gaze de protecție indicate pentru principalele domenii de utilizare.

În tabelul 17 sînt prezentate cîteva tipuri de sîrme tubulare pentru sudare, cu indicarea domeniului de utilizare.

5.5. SUDAREA DEFECTELOR PIESELOR TURNATE DIN OȚEL

În cazul sudării defectelor de turnare în piesele de oțel, o importanță deosebită pentru obținerea unei remanieri de bună calitate o are activitatea de pregătire a defectului din piesa ce urmează a fi remaniată. În vederea remanierii prin sudare este necesar ca locurile cu defecte să fie prelucrate mecanic în așa fel ca să rezulte un unghi de teșire de peste 40° (se recomandă ca acest unghi să fie cuprins între $50 \dots 60^\circ$). Fundul defectului pregătit pentru sudare nu trebuie să fie mai mic de 4 mm. La capete și la fund defectul se va prelucra prin așchiere rotunjit, fără treceri și racordări bruște (fig. 62).

În cazul defectelor care trec prin peretele piesei, cum sînt crăpăturile sau turnarea incompletă, în piesa turnată se va decupa o deschidere pentru a da posi-

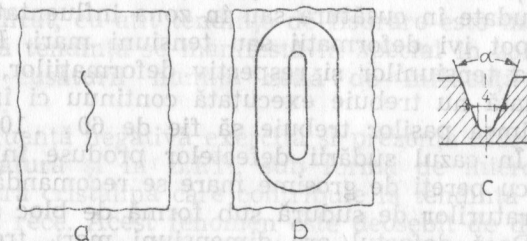


Fig. 62. Detaliu de pregătire a unei fisuri:

a — forma fisurii în piesa turnată; b — prelucrarea la capete; c — prelucrarea în adâncime a fisurii.

bilitate sudorului să ajungă pe ambele părți pînă la locul de sudare. Dacă lățimea defectului este mai mare de 4 mm, atunci pentru sudarea acestuia se va folosi

o plăcuță de cupru sau din material refractar pentru sprijinirea băii de metal lichid, așezată așa cum se observă în fig. 63.

Se are în vedere faptul că prelucrarea defectului (crăpături) va începe necondiționat de la capetele acestuia cu 3...5 mm în metalul sănătos; eventual se vor face la capete câte o gaură de limitare a fisurii. Prelucrarea locurilor defecte cum sînt crăpăturile se recomandă să se facă prin aşchiere, cu maşină de găurit şi cu daltă pneumatică.

În cazul sudării la rece (piesa turnată se află la temperatura mediului ambiant), din cauza căldurii concentrate produsă de arc electric la locul de sudare precum şi datorită răcirii rapide şi neuniforme a îmbinării sudate în cusătură sau în zona influenţată termic se pot ivi deformări sau tensiuni mari. Pentru atenuarea tensiunilor şi respectiv deformărilor, cusătura sudată nu trebuie executată continuu ci în paşi iar lungimea paşilor trebuie să fie de 60...100 mm fiecare. În cazul sudării defectelor produse în piese turnate cu pereţi de grosime mare se recomandă aplicarea straturilor de sudură sub formă de bloc sau în trepte. Dacă defectul are dimensiuni mari, trebuind să fie umplute cavităţi adînci în metalul de bază, se procedează cel mai frecvent la aşezarea straturilor de sudură în rînduri sau în spirale. Depunerea sudurilor în mai multe treceri este reprezentată în fig. 64.

Tensiunile produse în piesa turnată prin sudarea defectului sînt eliminate în timpul tratamentului termic care se efectuează după terminarea remanierii.

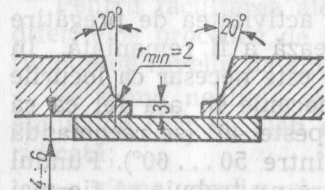


Fig. 63. Schița de pregătire a unui defect străpuns.

Atunci cînd tensiunile apar odată cu sudarea defectului şi cînd acestea sînt relativ mari, ele pot produce fisurarea la cald a cusăturii sudate sau a zonei învecinate acesteia. Cu cît conţinutul în carbon şi de elemente de aliere în piesa turnată, care favorizează călirea este

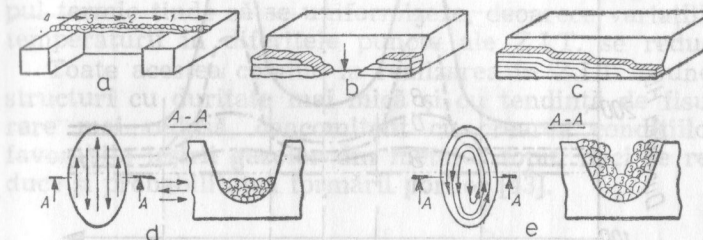


Fig. 64. Scheme tehnologice de sudare:

a — sudură în pași de pelerin; b — sudură cu treceri în bloc; c — sudură cu treceri în trepte; d — sudură cu treceri în rînduri; e — sudură cu treceri în spirale.

mai ridicat, cu atît tendința de fisurare este mai mare. Această tendință se manifestă în special în zona învecinată cusăturii numită zonă de influență termică (Z.I.T.).

Influență negativă exercită și prezența hidrogenului în cusătură și în Z.I.T., sub formă de micropori în structura cristalină care contribuie la tendința de fisurare la rece. Acest fenomen este deosebit de dăunător. În cazul pieselor din oțeluri ușor călibile deoarece răcirea rapidă a straturilor calde deplasează transformarea austenitei spre temperaturi mai joase, apropiate de temperatura mediului înconjurător, hidrogenul, ce se degajă din soluția solidă, se acumulează și ajunge la presiune foarte mare formînd goluri sub formă de pori alungiți, de mărime microscopică, care în timp conduc la apariția microfisurilor. Pentru reducerea

consecințelor negative ale sudării la rece se beneficiază de efectele favorabile ale preîncălzirii piesei turnate înainte de sudare.

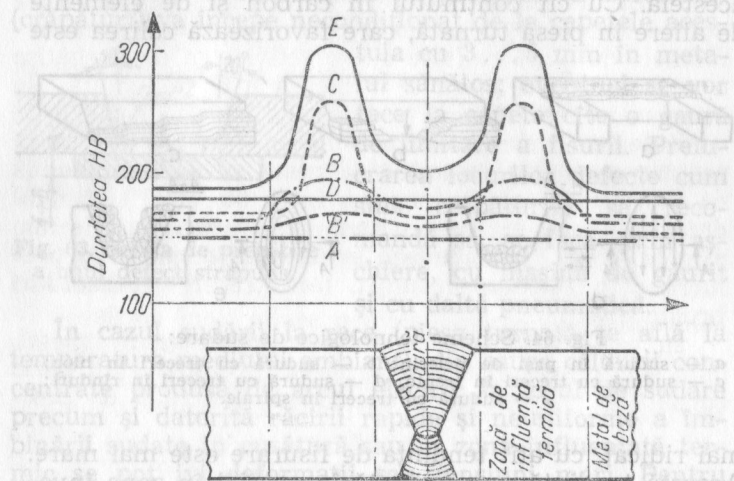


Fig. 65. Influența preîncălzirii asupra durității în Z.I.T.:

A — piesa remaniată prin sudare, după normalizare; B — după reîncălzire; C — după detensionare; D — cu preîncălzire înainte de sudare, netratată termic; E — fără preîncălzire și fără tratament termic.

Influența preîncălzirii asupra durității în Z.I.T. la piese din oțel conținând 0,40% C remaniate prin sudare este indicată în fig. 65.

Rezultă că preîncălzirea este operația prin care piesele înainte de sudare se aduc la o temperatură $T_{pr} > T_0$ (T_0 este temperatura mediului ambiant). Preîncălzirea piesei se poate face integral sau local, pe o fișie de 6...12 ori grosimea peretelui în care este de-

fectul de o parte și de alta ale acestuia. Fișiele nu vor avea lățimea mai mică de 70...80 mm.

Efectele termice ale preîncălzirii sînt: 1) Cresc temperaturile maxime T_M ale ciclurilor termice din Z.I.T.; 2) Cresc vitezele de încălzire ale locului de sudură; 3) Scad vitezele de răcire ale îmbinării sudate; 4) Cîmpul termic tinde să se uniformizeze, deoarece variațiile temperaturii în diferitele puncte ale Z.I.T. se reduc.

Toate acestea conduc la realizarea în Z.I.T. a unei structuri cu duritate mai mică și cu tendință de fisurare mai redusă, concomitent cu crearea condițiilor favorabile ieșirii gazelor din metalul topit, deci se reduce și probabilitatea formării porilor [43].

5.5.1. Determinarea temperaturii de preîncălzire

Determinarea temperaturii de preîncălzire se face prin mai multe metode. Una din metode este aceea recomandată de I.I.S. (Institutul internațional de sudură) pentru oțeluri carbon și slab aliate și care se face funcție de: litera de sudabilitate L_s , severitatea termică S_t și diametrul electrozilor cu care se sudază d_e , conform valorilor cuprinse în tabelul 18.

Litera de sudabilitate L_s este dată în tabelul 19, în funcție de tipul învelișului electrodului de sudare și de carbonul echivalent C_e al metalului din care este confecționată piesa turnată, care se calculează cu relația

$$C_e = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Si}{4} \quad (11)$$

Severitatea termică S_t se calculează în funcție de grosimea s a peretelui cu defect și de numărul căilor de răcire n_r (pentru sudură cap la cap $n_r=2$, pentru

Temperatura minimă de preîncălzire

L_s	s_t	d_e mm				
		3,25	4	5	6	8
B	2	—	—	—	—	—
E		50	—	—	—	—
F		125	25	—	—	—
C	3	—	—	—	—	—
D		75	—	—	—	—
E		100	25	—	—	—
F		150	100	25	—	—
C	4	50	—	—	—	—
D		100	25	—	—	—
E		125	75	—	—	—
F		175	125	75	—	—
B	6	50	—	—	—	—
C		100	25	—	—	—
D		150	100	25	—	—
E		175	125	75	—	—
F		225	175	125	75	—
A	8	25	—	—	—	—
B		75	—	—	—	—
C		125	75	25	—	—
D		175	125	75	—	—

Observație:

Linioara arată că nu e necesară preîncălzirea.

Tabelul 18

zire, în °C, recomandată de IIS

L_s	s_t	d_e mm				
		3,25	4	5	6	8
E	8	200	150	125	50	25
F		225	200	175	125	50
A	12	75	25	—	—	—
B		125	75	25	—	—
C		150	125	75	—	—
D		200	175	125	75	—
E		225	200	175	100	50
F		250	225	200	150	125
A	16	75	25	—	—	—
B		125	75	50	—	—
C		175	150	125	50	25
D		200	175	175	125	100
E		225	200	200	150	150
F		250	250	225	200	200
A	24	75	25	—	—	—
B		125	75	50	25	—
C		175	150	125	75	25
D		200	175	175	125	100
E		225	200	200	175	150
F		250	250	225	200	200

suduri de colț $n_r=3$, iar pentru sudură în cruce $n_r=4$, cu relația

$$S_t = \frac{n_r \cdot s}{6} \quad (12)$$

Tabelul 19

Litera de sudabilitate L_s în funcție de carbonul echivalent C_e și de tipul învelișului electrozilor

L_s	C_e %	
	Bazic	Alte tipuri
A	0,25	0,20
B	0,26 ... 0,30	0,20 ... 0,23
C	0,31 ... 0,35	0,24 ... 0,27
D	0,36 ... 0,40	0,28 ... 0,32
E	0,41 ... 0,45	0,33 ... 0,38
F	0,46 ... 0,50	0,39 ... 0,45
G	0,50	0,45

Metoda cea mai simplă este dată de relația lui Seferian, care se bazează pe următoarele două principii:

1) Două oțeluri care au aceeași temperatură de transformare martensitică au aceeași calibilitate, în consecință comportare similară la sudare. Pentru oțelurile aliate se stabilesc coeficienți de corecție corespunzători elementelor de adaos (Cr — Ni — Mo — Mn) în raport cu conținutul de carbon.

2) Duritatea maximă sub cordon să nu depășească 350 HV, aceasta, în special, în cazul pieselor ce urmează să fie puternic solicitate în exploatare.

Temperatura de preîncălzire este dată de relația:

$$T_p = 350 \sqrt{(C) - 0,25}, \quad (13)$$

în care: $(C) = (C)_c + (C)_e$;

$(C)_c$ — carbon chimic echivalent care este funcție de compoziția chimică a oțelului, calculându-se cu relația

$$(C)_c = \frac{360 C + 40 (Mn + Cr) + 20 Ni + 28 Mo}{360}$$

$(C)_e$, coeficient, care depinde de grosimea piesei, dar în același timp de tendința de călire a oțelului din care este confecționată piesa, conform relației

$$(C)_e = 0,005 s (C)_c,$$

în care: s este grosimea peretelui piesei ce se sudează, în mm.

$$\text{Rezultă: } (C) = (C)_c (1 + 0,005 s). \quad (14)$$

O altă metodă pentru a reduce temperatura de preîncălzire și respectiv îmbunătățirea vitezei de răcire după sudare este aceea de a mări energia liniară cu care se sudează. Energia liniară E_L este dată de relația:

$$E_L = \frac{U_a I_s}{U_s}, \quad (15)$$

în care: U_a este tensiunea arcului electric;

I_s — curentul de sudare;

U_s — viteza de sudare.

Piese turnate groase au capacitate mare de absorbție a căldurii și prin urmare au tendință mare de călire. În general, cu cât piesa turnată are pereți mai groși cu atât mai înaltă trebuie să fie temperatura de preîncălzire. Un alt factor care afectează temperatura de preîncălzire este și mărimea defectului în raport cu grosimea piesei turnate. Sudurile mici se răcesc

mai rapid decât cele mari, în acest caz recomandându-se preîncălzirea locală. Dacă se sudează în straturi multiple, trebuie să scadă temperatura de la un strat la altul, dar nici nu e voie să crească prea mult pentru a deveni dăunătoare.

Sudarea se va face pe cât posibil la orizontală. Majoritatea pieselor turnate pot fi răcite după remaniere prin depozitare în atelier, într-un loc ferit de curent. Cele bogat aliate vor fi introduse într-un cuptor de răcire dirijată, pentru reducerea tensiunilor și evitarea formării fisurilor. Toate piesele turnate și sudate, cu excepția oțelurilor nealiat cu conținut scăzut de carbon, trebuie supuse la tratament de reducere a tensiunilor după remaniere. Majoritatea pieselor turnate trebuie supuse la tratament termic normal ca: recoacere, normalizare sau călire și revenire. În mod normal, aceste tratamente îmbunătățesc proprietățile mecanice ale metalului de bază, dar pot înrăutăți proprietățile metalului de adaos. De altfel, sudarea cu arc electric nu este altceva decât un procedeu de turnare cu un cuptor electric foarte mic și costisitor. Pentru sudurile de mică importanță și în special cele care se referă la aspectul exterior al pieselor, nu este esențial ca proprietățile mecanice ale metalului de adaos să fie la nivelul celor al metalului de bază.

Pentru sudurile de mare importanță, unde rezistența pieselor trebuie menținută la nivelul prescris, metalul de adaos trebuie să aibă proprietățile mecanice cel puțin la nivelul celor ale metalului de bază.

În prezent se cunoaște foarte puțin despre efectele tratamentelor termice specifice pieselor turnate asupra caracteristicilor mecanice ale metalului depus prin sudare.

Experimentările și cercetările efectuate pînă în prezent în întreprinderile din R. S. România au scos în evidență faptul că după sudarea pieselor turnate și aplicarea tratamentului termic de normalizare, rezistența la rupere prin tracțiune este diminuată cu 5...30%, funcție de tipul și marca electrodului. La remaniere prin sudare a pieselor turnate se va ține seama de acest efect.

5.5.2. Remanierea prin sudare a pieselor din oțel carbon

În conformitate cu STAS 600-74, pentru piesele turnate din oțel carbon (la paragraful 2.9.) este specificat „Corectarea defectelor prin sudare trebuie să se facă înainte de tratamentul termic final”. Se poate admite, dacă nu sînt condiții speciale de funcționare, pentru piesele cu un conținut de carbon sub 0,3%, remanierea prin sudare fără tratament termic ulterior. Stabilirea condițiilor de sudare se face în funcție de tipul, forma și dimensiunea defectului în piesă, de caracteristicile mecanice, precum și de compoziția chimică a metalului de bază.

Pentru remanierea prin sudare a defectelor de turnare, etapa alegerii tipului de metal de adaos și în funcție de aceasta definitivarea regimului de sudare este foarte importantă.

Primul criteriu de alegere este în funcție de marca oțelului din care este turnată piesa și destinația acesteia în exploatare.

În tabelul 20, pentru fiecare marcă și grupă de oțel sînt recomandate mărcile de electrozi care să fie utilizați la remanierea defectelor, ținându-se seama și de caracteristicile tehnologice și economice ale acestora.

Recomandări privind remanierea prin sudare

Număr curent	Marca oțelu- lul	Electrod recomandat		
		Simbol STAS/AWS (S.U.I.A.)	Marca	Pro- ducător
1	OT 40	E43.5.B.110.2.O.H	E 42 B	IS-CT
2	OT 45	E43.5.B.110.2.O.H	E 46 B	IS-CT
3	OT 50	E51.5.B.110.2.O.H	SUPERBAZ	ICPS-B
4	OT 55	E51.3.B.2.O.H E51.4.B.180.4.O	E 55 B ZIRBAZ	IS-CT ISIM-T
5	OT 60	EY50.5.Mn1.B.110.2.O.H15 EY50.7.S1.Mn1.Ni.B.11.2. OM5	BAZ 60 NIBAZ-65	ISIM-T ISPS-B
6	OT 70	—/9015	NIBAZ-65 Tensi- lend 70	ISPS-B Arcos

NOTA: Recomandările din prezentul tabel sînt valabile pentru se va supune la un tratament termic de normalizare, după rem

Tabelul 20
a pieselor turnate din oțel carbon (STAS 600-74)

Poziția de sudare	Curen- tul de sudare	Recomandări
	CC+	Sudare cu arc scurt și viteză redusă
	CC+	1) Sudare cu arc scurt 2) Uscarea electrodului 2 h la 250...300°C
	CC+	Uscarea 2 h la 250...300°C
	CC+	1) Arcul se menține scurt 2) Uscarea electrodului 2 h la 250...300°C 3) Eventuală preîncălzire joasă
	CC+	1) Sudarea cu energie liniară redusă 2) Uscarea electrodului 2 h la 250...300°C
	CC+	1) Numai pentru grupa I și cînd nu se are în vedere T.T. ulterior 2) Cu preîncălzire la 200...300°C 3) Uscarea electrodului la 250...300°C

toate cele trei grupe de oțeluri din STAS 600-74. În caz că piesa anierea prin sudare se va alege un electrod imediat superior.

5.5.3. Remanierea prin sudare a pieselor din oțel slab aliat

Conform STAS 1773-76, aceste oțeluri, în stare turnată se grupează în grupa A, oțeluri de largă utilizare și grupa B, oțeluri elaborate cu acordul producătorului.

În continuare se vor face referiri la recomandările exprese la remanierea prin sudare electrică manuală a oțelurilor din grupa A. În prescripțiile STAS-ului, la paragraful 24.5 se prevede: „Remanierea defectelor prin sudare trebuie să se facă, de regulă, înainte de tratamentul termic final al pieselor turnate“. Se menționează, de asemenea, că în cazul apariției defectelor după tratamentul termic final, condițiile de remaniere a acestora și necesitatea unui tratament termic ulterior se stabilesc pe bază de înțelegere între părți (beneficiar și producător).

În cazul oțelurilor cu limită de curgere ridicată (peste 500 N/mm²), corelarea caracteristicilor mecanice ale metalului depus cu cel al piesei de remaniat prin sudare trebuie să fie mult mai bună decât în cazul sudării oțelurilor carbon.

Această cerință este condiționată de faptul că diferențe relativ mici ale rezistenței de curgere de la electrod la electrod, determinate de unele modificări ale compoziției chimice, conduc la schimbări importante ale constituenților structurali în procesul de sudare. La utilizarea electrozilor pentru sudarea pieselor din oțel slab aliat și aliat se vor avea în vedere următoarele:

1) Se va suda cu energie liniară controlată. Vitezele de sudare și intensitatea curentului recomandat pentru sudare depind de marca oțelului și vor fi prescrise

de tehnolog. Energia liniară prea mare creează riscul fisurării la cald, iar prea mică al fisurării la rece.

2) Variații relativ mari ale energiei liniare la sudare duc la modificarea caracteristicilor mecanice ale metalului depus, în special a energiilor de rupere. Un efect similar este produs și de variația numărului de rînduri de sudare.

3) Sudura se execută în general cu preîncălzire. Temperatura de preîncălzire rezultă după relațiile (11) și (13).

4) Influența hidrogenului din metal asupra ruperii fragile la aceste categorii de oțeluri este foarte importantă și de aceea trebuie avut în vedere ca învelișul să nu conțină umezeală (apa să fie sub 0,1%). Aceasta se asigură prin calcinarea electrozilor și menținerea în timpul sudării în cutii încălzite la 150°C.

5) Este necesar să se urmărească temperatura între straturi și în timpul sudării, care trebuie să nu fie mai înaltă decât temperatura de preîncălzire.

Pentru mărcile din grupa oțelurilor slab aliate și aliate de largă utilizare în tabelul 21 se fac recomandări de alegere a electrozilor și unele caracteristici tehnologice.

5.5.4. Remanierea pieselor din oțeluri inoxidabile și refractare

Dintre oțelurile inoxidabile și refractare fac parte cele rezistente la coroziune chimică și cele rezistente la temperaturi de peste 600°C. Elementul preponderent al aliajului în aceste oțeluri este cromul. Acest element în proporție de peste 12% transmite oțelurilor proprietatea de a fi rezistente față de agenții chimici, inoxidabile sau rezistente la coroziune. Rezistența la

Recomandări privind remanierea prin sudare

Număr curent	Marca oțelului	Electrod recomandat		
		Simbol STAS/AWS	Marca	Producător
1	T20Mn14	E51.4.B.180.4.0 — / E7016	ZIBAZ Ducti- lend 55	ISIM-T Arcos
2	T35Mn14	EY50.5.S1.Mn1.Ni1B.110.2 — / E.7028	NIBAZ Ducti- lend 180	ISPS-B Arcos
3	T40Mn11	EY50.7.S1.Mn1.NiB.11.2.0. H5	NIBAZ 65 OK 75	ISPS-B ESAB
4	T30SiMn12	Idem	Idem	
5	T40MnNi07	— / 9015	NI- BAZ- 65 Tensi- lend 70	Arcos

Tabelul 21

a pieselor turnate din oțel slab aliat și aliat (STAS 1773-76)

Poziția de sudare	Curentul de sudare	Recomandări
	CC+ CA; CC+	Uscarea electrodului, 2 h la 250... 300°C
	CC+ CA și CC+	Idem 1
	CC+ CA și CC+	Uscarea electrodului, 2 h la 250... 300°C
	CC+	
	CC+	Uscarea electrodului 2 h la 250... 300°C

Număr curent	Marca oțelului	Electrod recomandat		
		Simbol STAS/AWS	Marca	Producători
6	T35MoCr09	Eo, 5CrMo.B.2.0.H.	MoCrB	IS-CT
7	T35MoCr08	E2Cr.Mo.B.2.0.H.	Mo1Cr2B	IS-CT
8	T26SiMo14	E1Cr.Mo.V.B.2.0.H.	VMoCr1B	IS-CT
9	T20TiMn12	E1CrMoR.2.2. —/9015	MoCr1T Ductilend T15	IS-CT Arcos

Poziția de sudare	Curent de sudare	Recomandări
	CC+	1) Sudare cu arc scurt și viteză redusă 2) Uscarea electrodului, 2 h la 250...300°C 3) Se preîncălzește piesa la 200...250°C și se detensionează la 700°C, cu menținere de 0,5 h și răcire lentă
	CC+	1) Sudare cu arc scurt și viteză redusă 2) Preîncălzirea pieselor la 250...350°C 3) Detensionare cu menținere de minim 0,5 h la 700°C
	CC+	1) Sudare cu arc scurt și viteză redusă 2) Uscarea electrodului 2 h la 200...250°C 3) Detensionare la 730°C cu menținere de 1 h 4) Tratament termic imediat după sudare — când sînt încă calde
	CC- CC-	1) La CA; tensiune de mers în gol min. 50 V 2) Preîncălzire la 200...300°C 3) Detensionare după sudare la 700°C, timp de 1 h cu răcire lentă

căldură a oțelului respectiv este determinată tot de conținutul de crom. Prin adăugarea altor elemente, cum sînt Ni, Mo, Cu, Si și Al, rezistența la coroziune sau la căldură poate crește considerabil. Cantități foarte mici de Ti sau Nb exercită un efect stabilizator asupra echilibrului carbonului din structura aliajului.

Un anumit conținut de Ni în aliajul respectiv determină modificări esențiale asupra structurii oțelului, care devine austenitică. Modificarea de structură este însoțită de o îmbunătățire a proprietăților mecanice ale oțelului, atât la rece cît și la cald, simultan cu îmbunătățirea rezistenței la coroziune. Pentru ca stratul superficial să aibă rezistență mărită față de agenții chimici, este necesar ca suprafața oțelului să fie lucioasă și curată. Un adaos de molibden ameliorează în general rezistența la coroziune în mediu oxidant.

Oțelurile inoxidabile pe bază de crom pot fi: feritice, semiferitice, perlito-martensitice sau martensitice, în funcție de conținutul în crom raportat la conținutul în carbon. Oțelurile feritice conțin sub 0,10% C și 18...30% Cr. Ele sînt folosite pentru rezistența pe care o au față de acțiunea gazelor calde, cum sînt cele cu sulf, care atacă oțelul austenitic. Molibdenul și nichelul în proporție de 1...4% măresc rezistența la coroziune iar adaosurile de aluminiu și siliciu măresc rezistența la calaminare. Rezistența mecanică la cald a oțelului este mărită prin adaos de molibden, vanadiu și wolfram. Conținutul de Ti și Nb stabilizează oțelul echilibrînd carbonul și prin aceasta se mărește rezistența față de coroziunea intercrystalină. Prin tratamentul termic efectuat după sudare, structura feritică nu se modifică și are ca efect numai eliminarea tensiunilor și redifuzarea carburilor precipitate.

Oțelurile semi-feritice cu 0,08...0,12% C și 12...16% Cr se situează între cele feritice și martensitice, a căror structură poate fi influențată prin tratamente termice. Sudarea este mai dificilă datorită tendinței de călire și deci se recomandă preîncălzirea și un tratament termic adecvat.

Oțelurile perlito-martensitice sau martensitice, cu 12...18% Cr, se deosebesc printr-un conținut în carbon cuprins între 0,15...1,2% și chiar mai mare. Tratamentul termic aplicat este de călire și revenire, formarea martensitei și duritatea depinzînd de conținutul de carbon. Sudarea acestor oțeluri este foarte dificilă, efectuîndu-se numai cu preîncălzire urmată de cel puțin un tratament de revenire.

La sudarea oțelurilor cu crom trebuie să se țină seama de faptul că:

— oțelurile cu peste 18% Cr, dacă sînt menținute mai mult timp la temperaturi între 550...850°C se fragilizează prin precipitarea unei faze intercrystaline (faza sigma), care este dură, fragilă și magnetică; eliminarea fazei sigma se face prin aplicarea unui tratament de recoacere la 900...1 050°C;

— oțelurile cu peste 15% Cr pot deveni fragile dacă sînt expuse mai mult timp la temperatura de 400...525°C; acest neajuns se poate elimina prin recoacere la 700...750°C urmată de răcire rapidă;

— oțelurile cu peste 13% Cr, dacă sînt supuse mai mult timp la temperatura 950...1 000°C își modifică structura, devenind grosolană, ceea ce are ca efect o fragilizare periculoasă a oțelului la temperatura ambiantă.

La sudare poate apărea și fenomenul de precipitare a carburilor de crom la limitele grăunților, care are ca efect reducerea rezistenței la coroziune între cristale. Precipitarea carburilor de crom are loc la tempe-

ratura de 900...1000°C în zona influențată termic (Z.I.T.), la câțiva milimetri de zona de aliere. Aplicarea unui tratament de recoacere la 700...800°C conduce la redifuzarea cromului în structură. Pentru acest tip de piese se recomandă o preîncălzire la 150...300°C înainte de sudare pentru reducerea tendinței de formare a martensitei în zona influențată termic. Se recomandă, de asemenea, aplicarea unui tratament de recoacere la 650...750°C, imediat după sudare, fără ca piesa să se răcească.

Metalul de adaos poate fi de același tip cu cel al piesei turnate sau de tip austenitic. În primul caz se va obține cusătură sudată omogenă, însă în cazul al doilea, datorită ductilității bune, tensiunile de contracție sînt mai ușor absorbite. Depunerea cu structură austenitică diminuează considerabil riscul de fisurare în Z.I.T. Folosirea metalului de adaos austenitic pe metal de bază feritic este limitată datorită fenomenelor de difuziune a anumitor elemente cu ocazia tratamentului termic după sudare sau mai târziu, în exploatare, la temperaturi înalte. Pentru piesele supuse în exploatare la acțiunea gazelor cu un conținut oarecare de sulf, metalul de adaos de tip austenitic nu se recomandă. Este posibilă însă următoarea soluție: la defecte în adîncime, primele straturi se vor realiza cu electrozi austenitici și cele de suprafață cu electrozi feritici, cu un conținut de maximum 4% Ni.

Oțelurile inoxidabile pe bază de crom-nichel sînt austenitice la un conținut de nichel de la 6...8% și sînt caracterizate prin tenacitate ridicată, asociată cu alungire mare. Structura lor nu este magnetică iar prin tratament termic nu suferă transformări, avînd în același timp rezistență ridicată la coroziune.

Structura unui aliaj depus prin sudare poate fi determinată pe baza relațiilor (16) pentru nichel și crom

echivalent, după diagrama Schaeffler prezentată în fig. 66.

$$\left. \begin{aligned} Ni_{ech} &= \%Ni + 30\%C + 0,5\%Mn, \\ Cr_{ech} &= \%Cr + \%Mo + 1,5\%Si + 0,5\%Nb. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Această diagramă permite alegerea compoziției chimice a metalului de adaos pentru a obține o depunere cu structură determinată în asociație cu un metal de bază dat. La sudarea acestor oțeluri, datorită conductivității termice scăzute și a coeficientului de dilatare termică ridicat apare riscul de supraîncălzire locală care dă naștere la tensiuni și deformații mari. Pentru a limita acest inconvenient se recomandă sudarea cu intensități de curent scăzute, deci cu electrozi de diametru cît mai mic.

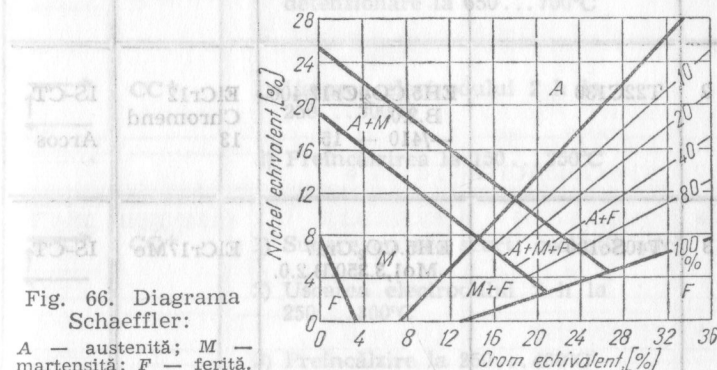


Fig. 66. Diagrama Schaeffler:

A — austenită; M — martensită; F — ferită.

În tabelele 22—25 se prezintă principalele oțeluri aliate folosite pentru remanierea prin sudare a pieselor turnate, cu recomandări de alegere a electrodului pentru sudare și cu unele caracteristici tehnologice mai importante.

**Recomandări privind remanierea prin sudare
(STAS)**

Număr curent	Marca oțelului	Electrod remaniat		
		Simbol STAS/AWS	Marca	Produce- cător
1	T12C130	—/410 — 16	Chromend M	Arcos
2	T22C130	EH5.CO ₂ .Cr12.400. B.2.0. —/410 — 15	ElCr12 Chromend 13	IS-CT Arcos
3	T40Sc130	EH5.CO ₂ .Cr17 .Mo1,3.350.B.2.0.	ElCr17Mo	IS-CT
4	T75SC280	—/E 446 — 15	Chromend 28	Arcos

Tabelul 22

**a pieselor din oțel aliat și refractar turnat
6855-69)**

Poziția de sudare	Curentul de sudare	Recomandări
	CC+ și CA cu $U_0 \geq 65$ V	1) Sudare cu viteză redusă și arc scurt 2) Uscarea electrodului 2 h la 200...220°C 3) Preîncălzire la 200...400°C 4) Răcirea fontei lentă după sudare sau detensionare la 650...700°C
	CC+	1) Uscarea electrodului 2 h la 250...300°C 2) Preîncălzirea la 150...250°C
	CC+	1) Sudare cu arc scurt; oscilații mici 2) Uscarea electrodului 2 h la 250...300°C 3) Preîncălzire la 250...400°C
	CC+	Idem 3 Detensionare la 650...700°C

Tabelul 22

Număr curent	Marca oțelului	Electrod remaniat		
		Simbol STAS/AWS	Marca	Prođu- cător
5	T12MSNC180	E19.9.B.2.0. —/E 308L — 16	Cr19Ni9 Chromend EB-LC	IS-CT Arcos
6	T10MTMoNC170	—/E 309Mo — 16	Chromend HC-Mo	Arcos
7	T10MTMoNC175	Idem 6		
8	T35MSNC260	E25.20.B.2.0.	Cr25Ni20B	IS-CT
9	T20SNC250	Idem 8		
10	T15MoC90	EH5.CO2.Cr17. Mo1,3.350.B.2.O.	E1Cr17Mo	IS-CT
11	T12MSMoNC180	Idem 6		

Tabelul 22 (continuare)

Poziția de sudare	Curentul de sudare	Recomandări
	CC+	1) Sudare cu arc scurt și intensitate redusă 2) Uscarea electrodului 2 h la 200...250°C 3) Preîncălzire la 100...150°C 4) Detensionare la 650...750°C
	CA cu V ₀ 65 V	1) Sudare cu arc scurt și intensitate redusă 2) Uscarea electrodului 2 h la 200...220°C 3) Preîncălzire la 200...400°C 4) Detensionare la 550...650°C
	CC+	1) Sudare cu arc scurt și oscilații mici 2) Uscarea electrodului 2 h la 250...300°C
	CC+	1) Uscarea electrodului 2 h la 250...300°C 2) Preîncălzirea la 250...400°C 3) Nu se recomandă straturi groase

Recomandări privind remanierea prin sudare

Număr curent	Marca oțelului	Electrod recomandat		
		Simbol STAS/AWS	Marca	Produce- cător
1	T15Cr170	EH5.CO ₂ .Cr.17. Mo1,3.350.B.2.0. —/E 430 — 16	E1Cr17Mo Chromend 16 Komet 430	IS-CT Arcos SUDO- METAL
2	T15Cr200	—/E 446 — 15	Chromend 28	Arcos
3	T15Cr280			Idem 2
4	T6NiCr180*	E19.9.B.2.0.	Cr19Ni9	IS-CT
5	T6MoNiCr180*	—/E 309Mo — 16 —/3317 — 16	Chromed HC-Mo Komet 317	Arcos SUDO- METAL

Tabelul 23

a pieselor din oțel inoxidabil turnat

Poziția de sudare	Curent de sudare	Recomandări
	CC+	1) Uscarea electrodului 2 h la 250...300°C 2) Preîncălzire la 250...400°C 3) Detensionare la 700...800°C
	CC+	1) Uscarea electrodului 2 h la 220...250°C 2) Preîncălzire la 200...400°C 3) Detensionare la 670...700°C; 1...10 ore
	CC+	1) Sudare cu arc scurt și oscilații mici 2) Uscarea electrodului 2 h la 250...300°C 3) Detensionare la 650...750°C (de la caz la caz)
	CC+	1) Uscarea electrodului 2 h la 200...220°C 2) Preîncălzire la 200...400°C 3) Detensionarea oțelurilor călibile la 550...650°C și 650...700°C

Tabelul 22

Număr curent	Marca oțelului	Electrod recomandat		
		Simbol STAS/AWS	Marca	Producător
6	T10NiCr180	—/E 347 — 16	Chromed EB-Cb	Arcos
7	T10MoNiCr180	—/309MoCb — 16	Chromed HC-Mo-Cb	Arcos
8	T15NiCr180*	Idem		
9	T15MoNiCr180*	Idem 5 sau 7 dacă		
10	T25CuMoNiCr180 și T6CuMoNiCr200	—/330 — 16	Chromed 20—29 Cu — Mo	Arcos

* Aceste mărci de oțeluri pot fi în cazul îmbinărilor sudate ce nu permit

Tabelul 23 (continuare)

Poziția de sudare	curent de sudare	Recomandări
	CC ⁺ M	1) Sudarea cu intensitate redusă și arc scurt 2) Uscarea electrodului 2 h la 200...220°C
	CA; CC ⁺	1) Sudare cu arc scurt și curent redus 2) Uscarea electrodului 2 h la 200...220°C 3) Detensionare la 550...650°C; 650...700°C
poz. 4		
oțelul este stabilizat		
	CA la U ₀ ≥ 65 V CC ⁺	1) Arc scurt și intensitate scăzută 2) Uscarea electrodului 2 h la 200...220°C 3) Temperatura între straturi să nu depășească 150...200°C

NOTĂ: 1. Defectele în adâncime se vor elimina prin tratament termic de stabilizare la 650...700°C și se vor lua măsuri pentru evitarea supraîncălzirii metalului de bază și se recomandă un tratament termic ulterior.

Recomandări privind remanierea pieselor turnate

Număr curent	Marca oțelului	Electrod recomandat		
		Simbol STAS/AWS	Marca	Producător
1	T105Mn120 și T130Mn135	EH7.C1.Mn13.SE1.200. B.3.0.	E1M13S	IS-CT
2	T130MoMn135	—	Mangal 20	Arcos
3	T110Mn10 T120Mn10 T100Mn120	Idem 1		
4	T120CrMn130 T100NiMn130 T70Mn140	Idem poz. 1 sau poz. 2		
5	T100MoMn130	—	Mangal 20	Arcos

NOTĂ: 1. Defectele în adâncime se vor remania cu electrozi austenitici cum sînt: Cr19Ni9; Cr25Ni20B sau Cr18Ni8Mn6X (IS-CT)

2. Se vor lua măsuri pentru evitarea supraîncălzirii metalului de bază și a metalului depus în timpul sudării.

din oțel austenitic manganos prin sudare (STAS 3718-76)

Poziția de sudare	Curent de sudare	Recomandări
	CC+	1) Uscarea electrodului 2 h la 200... 250°C 2) Se răcește rapid după sudare; nu se va încălzi în timpul sudării 3) Pentru defecte mari, se dă un strat tampon de sudură cu E1Cr18Ni8Mn6 4) Evitarea unei încălziri locale
	CA; CC+	Idem
	CA	Idem

Recomandări privind remanierea prin sudare

Număr curent	Marca oțelului	Electrod recomandat		
		Simbol STAS/AWS	Marca	Producător
1	OTA 20	E43.5B.110.2.0.H.	E 46 B	IS-CT
2	OTA 42 Mn13	EY50.7.S1.Mn.1Ni. B.11.2.0.H5	NİBAZ 65	ISPS-B
3	OTA28VMn13	ElCr.Mo.V.B.2.0.H.	VMoCr1B	IS-CT
4	OTA17Mo-Cr13	E2Cr.Mo.B.2.0.H.	Mo1Cr2B	IS-CT
5	OTA23VMo-Cr120 OTA23VW-MoCr120	Cr12Ni-Mo-W-V	Chromend MVW	Arcos
6	OTA10NbMo-NiCr180 OTA10TiMo-NiCr180	— / E318-15 — / E317-16	Chromend EBB-Cb-LC Komet	Arcos SUDO-ME-TAL

Tabelul 25
a pieselor de armături turnate (STAS 9277-73)

Poziția de sudare	Curent de sudare	Recomandări
	CC+	1) Arcul se menține cât mai scurt 2) Uscarea electrodului 2 h la 250...300°C
	CC+	Uscarea electrodului 2 h la 250...300°C
	CC+	1) Uscarea electrodului 2 h la 250...300°C 2) Preîncălzire la 200...250°C 3) Detensionare la 730°C, menținere minim o oră 4) Imediat după sudare răcire lentă
	CC+	1) Sudare cu viteză redusă și arc scurt 2) Uscarea electrodului 2 h la 250...300°C 3) Preîncălzire la 200...350°C 4) Detensionare la 750°C cu menținere minimum o oră imediat după sudare
	CA; CC+	1) Uscarea electrodului 2 h la 200...250°C 2) Preîncălzire la 200...400°C 3) Detensionare la 650...700°C; menținere minimum o oră
	CC+	1) Uscarea electrodului timp de 2 h la 220...250°C 2) Pentru piese groase preîncălzire la 100...150°C

5.6. REMANIEREA PRIN SUDARE A PIESELOR TURNATE DIN FONTĂ

5.6.1. Structura și proprietățile fontei

Fonta este un aliaj fier — carbon (peste 2,06% C). În afară de carbon, în fonta tehnică, folosită pe scară largă în industrie, se găsește mangan, siliciu, sulf și fosfor. Fontele aliate conțin în plus: crom, nichel, aluminiu, titan, molibden, cupru și alte elemente.

Proprietățile mecanice ale fontei depind de structura ei și în general de forma în care se află carbonul; în fontă acesta poate fi sub formă de grafit sau în stare legată, sub formă de cementită. Fonta în care carbonul se află numai sub formă de cementită se numește *fontă albă*, deoarece în ruptură ea are culoare albă lucioasă. Dacă toată cantitatea de carbon din fontă se află sub formă de grafit și are culoare închisă, această fontă se numește *cenușie*. Fonta cenușie perlitică este fonta în care carbonul se află în ambele forme: cementită și grafit.

În mod obișnuit, la fonte se deosebesc două forme principale de structură: primară și secundară.

Structura primară se formează la răcirea fontei topite pînă la 1152° ... 1145°C, iar cea secundară prin răcirea fontei solidificate de la această temperatură pînă la temperatura obișnuită [3].

În cazul fontelor cu peste 4,30% C cantitatea de grafit sau cementită din formele primare ale structurii depind de condițiile de răcire.

La un conținut de carbon în fontă între 2,06 ... 4,30%, forma primară de structură va fi austenită. La răcirea în continuare a fontei din austenită se separă grafitul sau cementita, care sînt structuri secundare,

diferite de grafit și cementită, separate din fonta topită.

La răcirea fontei sub temperatura de 721°C, austenita, saturată în carbon, se descompune, formînd un amestec eutectoid de ferită (soluție solidă de carbon în Fe α) și cementită sau grafit. În funcție de viteza de răcire, ca urmare a descompunerii austenitei se pot forma structurile: troostită, sorbită și perlită, care prezintă un amestec mecanic de ferită și cementită, deosebindu-se prin gradul lor de dispersie.

În cazul răcirii fontei cu viteze mari, nu se mai obține amestec mecanic, ci o soluție suprasaturată de carbon în Fe α , numită martensită, structură foarte dură și fragilă. În anumite condiții de răcire se produce descompunerea cementitei în ferită și grafit, fonta numindu-se fontă feritică.

Prin introducerea în fontă a unor elemente de aliere se poate modifica procesul de grafitizare a acesteia. Acțiunea diferitelor elemente de aliere asupra procesului de grafitizare nu este identică; unele elemente contribuie la formarea grafitului, iar altele la formarea carburii. Elementele de aliere influențează diferit structura fontei, în raport cu conținutul lor. De exemplu, aluminiul, la un conținut sub 0,5% este un grafitizant puternic, în timp ce la un conținut de 1,6% în fontă devine antigrafitizant.

Proprietățile mecanice ale fontei depind de forma și mărimea incluziunilor de grafit. Unele elemente de aliere au o acțiune pozitivă asupra caracteristicilor fontei, în sensul că produc fărîmîțări și repartizări uniforme a incluziunilor de grafit. Prin mărirea conținutului de carbon, duritatea și rezistența la rupere a fontei scad, deoarece crește mult mărimea incluziunilor de grafit.

Creșterea conținutului de siliciu, care are proprietăți de grafitizant activ, determină scăderea durității fontei și a rezistenței la rupere, la viteză de răcire constantă.

Conținutul ridicat de sulf în fontă contribuie la creșterea tendinței de formare a fisurilor în timpul sudării. Sulful în fontă se află în combinație sub forma de FeS sau MnS . Eutecticul $\text{Fe}-\text{FeS}$ este ușor fuzibil și se plasează pe marginea grăunților metalici sub formă de strat fragil. Combinația MnS este greu fuzibilă, nu se dizolvă nici în ferită și nici în cementită; nu influențează caracteristicile mecanice ale fontei. În procesul de sudare, FeS și MnS pot fi redistribuite foarte ușor, deoarece manganul neutralizează acțiunea dăunătoare a sulfurii.

Manganul în fontă acționează astfel: la un conținut sub 0,8% ajută la formarea grafitului, între 1...2% are tendință de formare a carburii de fier, iar peste 2% manifestă tendință puternică de formare a grafitului. Principalele caracteristici mecanice ale fontelor cenușii nealiată sînt: rezistența la rupere care variază între limitele 12...75 daN/mm² și duritatea de la 145...270 HB. Fonta perlitică obișnuită folosită în industria construcțiilor de mașini are o duritate de 220...240 HB. În cazul cînd în loc de perlită în fontă există sorbită și trostită, duritatea crește mult. Fonta martensitică are o duritate de 445...520 HB. Cementita în fontă este un element de structură foarte dur.

Se menționează că prin creșterea proporției de perlită în fontă și a gradului ei de dispersie se îmbunătățesc proprietățile mecanice, obținîndu-se fonte cu limita de rezistență la rupere ridicată. Rezistența la rupere poate fi de asemenea mărită mult prin introducerea în fontă a elementelor de aliere și prin aplicarea unor tratamente termice.

5.6.2. Particularități ale sudării fontei

Sudarea pieselor din fontă în procesul de remaniere prezintă dificultăți tehnice mai mari decît a celor din oțel, deoarece:

- în structură există incluziuni de grafit, care întrerup continuitatea structurii metalice;

- trecerea din starea lichidă în starea solidă la răcirea fontelor are loc mai rapid ca la oțel, ceea ce face ca tensiunile interne create în timpul sudării să nu poată fi eliminate ușor și care au drept consecință fisurarea la cald sau la rece;

- obținerea în final a unei cusături sudate cu structură și proprietăți diferite de ale metalului de bază.

Aceste dezavantaje ale fontei pot fi compensate printr-un tratament termic corespunzător, înainte, în timpul și după sudare. O atenție deosebită trebuie acordată vitezei de răcire a piesei sudate ținîndu-se seama de grosimea pereților piesei turnate care se remaniază.

Literatura de specialitate referitoare la remanierea defectelor de turnare ale pieselor din fontă este vastă, însă nu suficient de sistematizată și indică în majoritatea cazurilor exemple practice de tehnologii de remaniere aplicate. Nivelul atins de dezvoltarea tehnicilor de sudare ale fontei permite realizarea operației de sudare în următoarele condiții:

- încălzirea pieselor la 600...700°C, sudare la cald;

- încălzirea la temperaturi joase 150...400°C, la semicald;

- fără încălzirea piesei, sudare la rece.

O condiție esențială la obținerea unei îmbinări sudate de calitate constituie stăpînirea fenomenelor de

dilatare și contracție a metalului de bază în timpul sudării. Dilatarea și respectiv contracția piesei datorită variațiilor de temperatură, nu constituie nici un pericol, dacă acestea cuprind uniform întreaga piesă și dacă ele se produc, în timp, cât mai lent.

Defectul cel mai des întâlnit în timpul sudării fontei este îmbinarea insuficientă a metalului piesei turnate cu metalul de adaos, sau eliminarea dificilă a peliculei de oxizi dintre straturile depuse prin sudare, care conduc la înrăutățirea proprietăților mecanice ale îmbinării. În cazul sudării fontei obținerea unei structuri identice cu a metalului de bază este extrem de greu de realizat. Adeseori, din cauza solidificării rapide a băii de metal lichid de la sudare care este formată din metalul de bază al piesei și metalul de adaos al electrodului, precum și datorită cantității relativ mari de carbon și siliciu, are loc separarea cementitei, care este foarte dură în sudură. În cele mai multe cazuri, datorită cementitei, sudura este atât de dură încât nu se mai poate prelucra prin așchiere.

Dacă se iau în considerare toate particularitățile de comportare la sudare ale fontei și se satisfac condițiile unei tehnologii corecte de sudare, fonta poate fi considerată ca un material feros cu comportare bună la sudare.

Piese din fontă turnate, cu defecte se pot remania prin sudarea cu gaz și cu arc electric la rece și la cald. Alegerea unei anumite metode de sudare depinde de: compoziția chimică a fontei, mărimea și forma piesei, precum și de destinația ei. De exemplu, dacă piesa ce urmează a fi sudată are pereți cu grosimea aproximativ egală, da rezultate mai bune metoda de sudare la cald cu ajutorul flăcării oxiacetilenice. În caz contrar, este

mai bine să se execute remanierea prin sudare cu arc electric, piesa fiind rece [7, 32].

Sudarea oxiacetilenică la rece este posibilă numai atunci când părțile piesei supuse remanierii se pot dilata la încălzire și contracta la răcire în mod nestingerit. După o pregătire și curățare corespunzătoare a piesei, urmează o preîncălzire în cuptoare speciale cu gaze sau electrice. Preîncălzirea poate avea loc și în cuptoare provizorii, încălzite cu gaz sau cu cărbuni din lemn. După efectuarea sudării piesa remaniată se introduce din nou în cuptor, unde se realizează o răcire lentă, odată cu acesta. În cazul când piesa turnată este foarte mare și preîncălzirea ei în întregime este dificilă se poate efectua o preîncălzire locală. Așezarea precum și încălzirea piesei se face astfel încât forțele care apar prin dilatare să acționeze în sens contrar celor care apar în timpul contracției. Preîncălzirea la o temperatură ce depășește cu mult limita de 700°C, se consideră neindicată, din cauza transformării perlitei [26].

Totuși, rezultatele ce se obțin la remanierea pieselor turnate din fontă depind în mare măsură de pregătirea defectului, de nivelul de calificare și de instruire tehnică a sudorilor. Deoarece preîncălzirea pieselor turnate produce o ușoară oxidare a suprafeței pieselor cu defect se recomandă protejarea acestora prin acoperire înainte de preîncălzire cu o soluție densă pe bază de cretă sau var. Soluția se îndepărtează înainte de sudare prin curățarea locului cu peria de sîrmă.

Clasificarea procedeelor de remaniere prin sudare, aplicate la remanierea defectelor de turnare a pieselor turnate din fontă este prezentată în fig. 67 [26].

Numărul procedeelor de sudare a fontei este apreciabil, și în prezent nu există întreprindere construc-

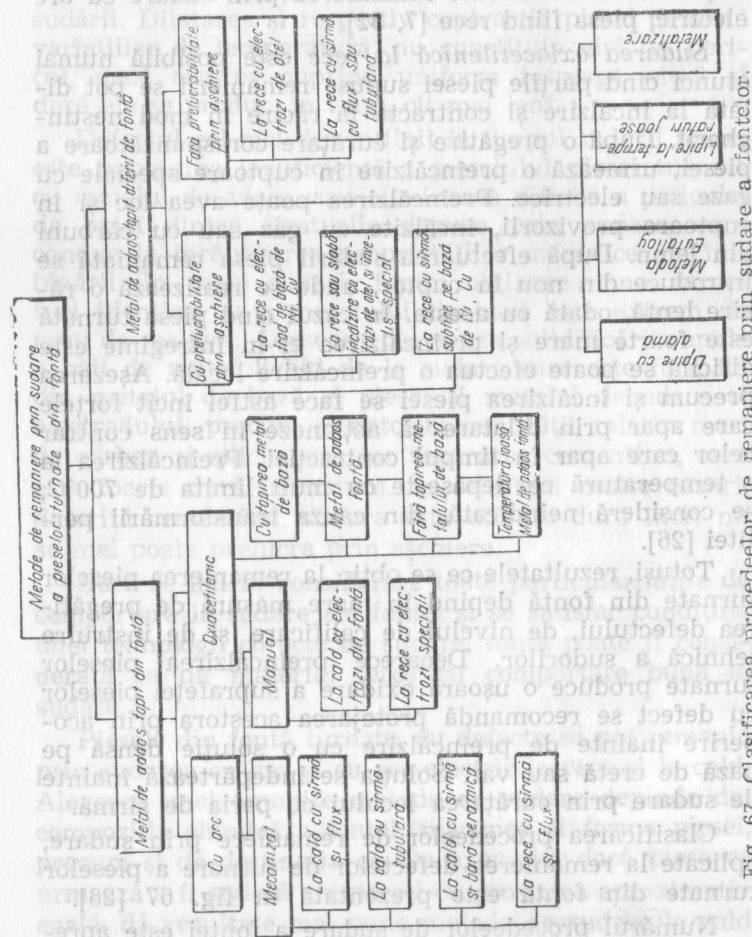
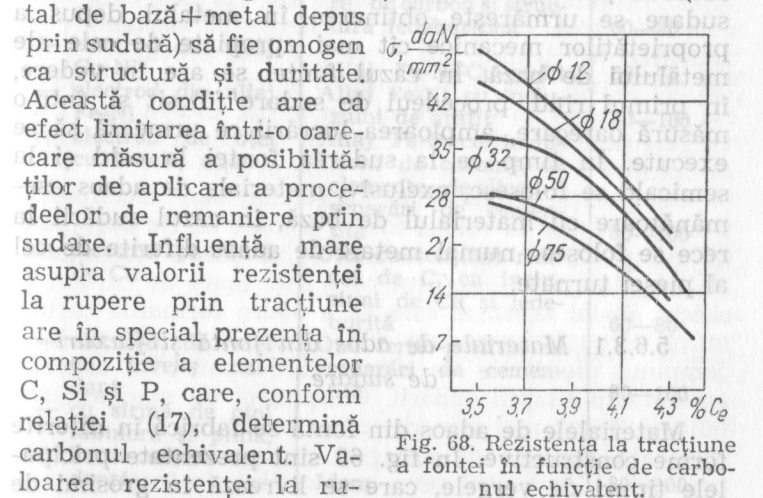


Fig. 67. Clasificarea procedurilor de remaniere prin sudare a fontelor.

toare de mașini care să nu folosească măcar unul din aceste procedee. La stabilirea procedurii de sudare precum și rezistența la tracțiune a cusăturii sudate aplicat la remanierea defectelor de turnare se ține seama de nivelul proprietăților mecanice ale cusăturii sudate, care trebuie să corespundă cerințelor tehnice impuse piesei turnate.

Pentru obținerea unei depuneri prin sudare cu caracteristici mecanice și structură similare cu cele ale fontei de bază, metoda cea mai potrivită este sudarea la cald cu electrod din fontă. Principalele cerințe impuse pieselor turnate din fontă cenușie sînt valorile ridicate ale proprietăților mecanice și prelucrabilitatea îmbinării sudate. În cazul cînd suprafața prelucrată va fi supusă în exploatare la frecare permanentă, ca de exemplu ghidajele mașinilor unelte mai groase este necesar să se asigure condiții ca ansamblul sudat (metal de bază + metal depus



pere prin tracțiune în funcție de carbonul echivalent, pentru diferite diametre ale epruvetelor sudate din fontă este reprezentată în fig. 68 [13]. Carbonul echivalent rezultă din relația:

$$C_e = C + \frac{1}{3} (Si + P) [\%] \quad (17)$$

În tabelul 26 sînt prezentate tipul și structura aliajului rezultat la sudarea pieselor din fontă cenușie, față de a fontei în metalul de bază pentru diferite procedee de sudare.

5.6.3. Materiale de adaos folosite la sudarea fontei

Alegerea materialului de adaos la sudarea fontei se face după alte criterii decît la sudarea oțelului. La sudarea pieselor din oțel, indiferent de procedeul de sudare se urmărește obținerea în metalul depus a proprietăților mecanice cît mai apropiate de cele ale metalului de bază. În cazul fontei se are în vedere, în primul rînd, procedeul de sudare folosit și, într-o măsură oarecare, amploarea lucrării ce urmează să se execute. În timp ce la sudarea fontei la cald și la semicald se folosesc, exclusiv, materiale de adaos asemănătoare cu materialul de bază, în cazul sudării la rece se folosesc numai metale de adaos diferite de cel al piesei turnate.

5.6.3.1. Materiale de adaos din fontă și fluxuri de sudare

Materialele de adaos din fontă se fabrică în diferite forme constructive. În fig. 69 sînt prezentate principalele tipuri de vergele, care se livrează în grosimi de

Tabelul 26

Caracteristicile metodelor de sudare a fontei cenușii

Metode de sudare	Compoziția și structura aliajului în sudură	Rezistența îmbinării față de a metalului de bază, în %
La cald, oxiacetilenic		
— metal de adaos fontă	Fontă cenușie perlitică	100
— metal de adaos alamă	Alamă cu incluziuni de grafit	80—100
La cald, cu arc electric și electrod din fontă cu înveliș special	Fontă cenușie ferito-perlitică	100
Cu arc electric		
— electrod de oțel	Aliaj cu conținut mare de carbon și structură ledeburitică	60—80
— electrod din aliaj Cu-Ni	Aliaj Fe-Ni-Cu-grafit	60—75
— electrod din aliaj Fe-Ni	Aliaj Fe-Ni cu incluziuni de grafit	80—100
— electrod de oțel cu înveliș aliat	Aliaj Fe-C cu incluziuni de carbură cu elemente de aliere — separări de cemențită	80—100
— electrod pe bază de Cu	Oțel cu conținut ridicat de C, cu incluziuni de Cu și ledeburită	60—80
— electrod de oțel cu înveliș oxidant	Oțel ferito-perlitic cu separări de cemențită	80—100
— cu sîrmă de oțel tubulară și plină, în atmosferă oxidantă	Idem	80—100

4...14 și chiar 20 mm și lungimi cuprinse între 350...700 mm și care se utilizează pentru sudarea fontelor.

Vergelele de tip *a* și tip *b* sînt din fontă protejate cu un strat de cupru care împiedică oxidarea lor în



Fig. 69. Vergele din fontă.

timpul depozitării. Stratul de cupru are grosimea aproximativ 0,005 mm pentru a nu influența nefavorabil procesul de sudare. O parte din vergele sînt acoperite cu un strat subțire de argint, care, în afara rolului protector, are și un efect fluidizant asupra băii de metal topit. Vergelele de tipul *d* conțin flux presat, care ușurează dozarea constantă a materialelor decapante și zgurificante. Ultimul tip de vergea este prevăzut cu un înveliș presat din flux decapant și zgurifiant, avînd și rol protector față de miezul din fontă. Cîteva tipuri de vergele pentru sudarea la cald cu indicarea domeniului de folosire sînt prezentate în tabelul 27.

Compoziția chimică a vergelelor sau electrozilor pentru sudarea la cald a fontei trebuie să fie apropiată de compoziția chimică a metalului piesei remaniată. Se recomandă un conținut ceva mai mare de carbon și siliciu. Rolul acestora este de a ușura formarea carbonului în cusătura sudată sub formă de grafit și de a completa pierderile de siliciu care apar prin arderea acestuia în timpul sudării. Conținutul de mangan trebuie să fie cît mai mic, deoarece împreună cu carbonul formează carbura de mangan, care mărește duritatea cusăturii. Conținutul ceva mai ridicat de fosfor îmbu-

Electrozi (vergele) pentru sudarea la cald a fontei

Număr curent	Marca sau standardul	Producătorul	Procedeul de sudare	Domeniul de folosire
1	VT-S30 și S36 (STAS 7242-65)	IS-CT sau întreprinderile în care se remaniează piesele	Oxi-acetilenic	Pentru remanierea prin sudare a defectelor pieselor turnate din fontă
2	EF-FeC	IS-CT	Oxi-acetilenic	Defecte de turnare; piese fontate
3	DIN 2301	Auermann Stahl (R. F. Germania)	Oxi-acetilenic, Electric	Sudarea ghidajelor de mașin-unelte
4	Castolin 226 2-24 2-26 2-44	Elveția	Electric	Subansamble de mașin-unelte — ghidaje bloc motor, carcase pompe
5	Castolin 14F	Elveția	Oxi-acetilenic	Idem
6	PCI-1 } U.R.S.S. PCI-3 }	(GOST 2671-70) U.R.S.S.	Oxi-acetilenic, Electric	Pentru remanierea prin sudare a defectelor în piesele turnate
7	Soudometal	Belgia	Electric	Pentru remanierea prin sudare a fontelor cu rezistență ridicată și fontelor nodulare

4...14 și chiar 20 mm și lungimi cuprinse între 350...700 mm și care se utilizează pentru sudarea fontelor.

Vergelele de tip *a* și tip *b* sînt din fontă protejate cu un strat de cupru care împiedică oxidarea lor în



Fig. 69. Vergele din fontă.

timpul depozitării. Stratul depus are grosimea aproximativ 0,005 mm pentru a nu influența nefavorabil procesul de sudare. O parte din vergele sînt acoperite cu un strat subțire de argint, care, în afara rolului protector, are și un efect fluidizant asupra băii de metal topit. Vergelele de tipul *d* conțin flux presat, care ușurează dozarea constantă a materialelor decapante și zgurificante. Ultimul tip de vergea este prevăzut cu un înveliș presat din flux decapant și zgurifiant, avînd și rol protector față de miezul din fontă. Cîteva tipuri de vergele pentru sudarea la cald cu indicarea domeniului de folosire sînt prezentate în tabelul 27.

Compoziția chimică a vergelelor sau electrozilor pentru sudarea la cald a fontei trebuie să fie apropiată de compoziția chimică a metalului piesei remaniată. Se recomandă un conținut ceva mai mare de carbon și siliciu. Rolul acestora este de a ușura formarea carbonului în cusătura sudată sub formă de grafit și de a completa pierderile de siliciu care apar prin arderea acestuia în timpul sudării. Conținutul de mangan trebuie să fie cît mai mic, deoarece împreună cu carbonul formează carbura de mangan, care mărește duritatea cusăturii. Conținutul ceva mai ridicat de fosfor îmbu-

Tabelul 27

Electrozii (vergele) pentru sudarea la cald a fontelor

Număr curent	Marca sau standardul	Producătorul	Procedeul de sudare	Domeniul de folosire
1	VT-S30 și S36 (STAS 7242-65)	IS-CT sau în- treprinde- rile în care se remania- ză piesele	Oxi- aceti- lenic	Pentru remanie- rea prin sudare a defectelor la piesele turnate din fontă cenu- șie
2	EF-FeC	IS-CT	Oxi- aceti- lenic	Defecte de tur- nare; piese fon- tă cenușie
3	DIN 2301	Auermann Stahl (R. F. Ger- mania)	Oxi- aceti- lenic Electric	Sudarea ghida- jelor de mașini- unelte
4	Castolin 226 2-24 2-26 2-44	Elveția	Electric	Subansamble de mașini-unelte — ghidaje bloc motor, carcase pompe
5	Castolin 14F	Elveția	Oxi- aceti- lenic	Idem
6	PCI-1 } U.R.S.S. PCI-3 }	(GOST 2671-70) U.R.S.S.	Oxi- aceti- lenic Electric	Pentru remanie- rea prin sudare a defectelor în piesele turnate
7	Soudometal	Belgia	Electric	Pentru remanie- rea prin sudare a fontelor cu rezistență ridi- cată și fontelor nodulare

Tabelul 28

Compoziția chimică a electrozilor din fontă

Număr curent	Recomandare după	Compoziția chimică, %							Recomandări
		C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Mo	Alte ele- mente
1	VT-S30 (STAS 7242-65)	3,0— —3,6	3,0— —3,5	0,5— —0,8	0,2— —0,5	0,3	0,05	—	S _{max} 0,08
2	VT-S36 (STAS 7242-65)	3,0— —3,6	3,6— —4,8	0,5— —0,8	0,3— —0,5	0,3	0,05	—	S _{max} 0,08
3	Soudome- tal	3,2— —3,7	3,5— —4,0	0,5— —0,75	0,5— —0,75	—	—	—	S _{max} 0,12

4	Idem	3,3	1,75	0,5	0,25	1,5	0,2— —0,6	0,2— —0,6	—	Pentru sudarea fontelor rezis- tente aliate
5	Idem	3,8	2,5	Maxi- mum 0,1	—	5	Al _{max} 0,06	Mg _{max} 0,06	—	Pentru sudarea fontelor cu gra- fit nodular
6	Gost 2671-72 (calita- tea A)	3,0— —3,6	3,0— —3,5	0,5— —0,8	0,2— —1,5	Maxi- mum 0,3	Maxi- mum 0,05	—	S _{max} 0,08	Pentru sudarea oxiacetilenică și cu arc elec- tric a fontelor cenșii
7	Idem (calita- tea B)	3,0— —3,6	3,6— —4,8	0,5— —0,8	0,3— —0,5	Maxi- mum 0,3	Maxi- mum 0,05	—	S _{max} 0,08	Idem

nătătește fluiditatea băii de metal topit, ceea ce are ca efect degajarea mai ușoară a incluziunilor nemetalice din cusătură. Conținutul de sulf nu trebuie să depășească 0,1%. Pentru a mări rezistența mecanică a cusăturii sudate se pot folosi vergele aliate cu metale speciale, cum sînt Ni, Ti, V, Mo și altele [9].

În tabelul 28 sînt date compozițiile chimice ale electrozilor (vergelelor) din fontă recomandați pentru remanierea prin sudare.

Electrozii trebuie să aibă suprafața curată, fără impurități iar ruptura să fie cu aspect de fontă cenușie.

Alegerea celei mai potrivite vergele este făcută de sudorul care execută lucrarea, în funcție de dimensiunea defectului și grosimea piesei de sudat. El trebuie să facă încercări pentru stabilirea dimensiunii optime pentru cazul dat.

Pentru sudarea la cald cu arc electric drept electrozi se folosesc aceleași vergele, cu deosebirea că, în cazul pieselor mari se utilizează numai vergele cu grosime pînă la 20 mm și lungimea pînă la 1 000 mm. În tabelul 29 sînt indicate pentru diferite grosimi de ver-

Tabelul 29

Mărimea arzătorului oxiacetilenic și a curentului de sudare pentru diferite diametre de vergele

Diametrul vergelei mm	Mărimea arzătorului mm	Curentul de sudare A
4	6—9	180—200
6	6—9	280—380
8	14—20	380—500
10	14—20	450—600
12	14—20	500—800
14	20—30	600—900
18	20—30	700—1000
20	20—30	900—1400

gele atît mărimea optimă a arzătoarelor cu flacără, cît și intensitatea necesară a curentului electric.

Folosirea fluxurilor decapante și în acest caz este necesară deoarece sub acțiunea aerului și oxigenului, la sudarea fontei se produc oxizi cu temperatură de topire mai înaltă decît cea a fontei, care împiedică desfășurarea normală a procesului de sudare. Fluxurile respective se introduc la locul de sudare în timpul lucrului. Aceste fluxuri se prezintă sub formă de pulbere fin măcinată obținută pe bază de diverse substanțe chimice (tabelul 30), care, prin topire, formează o zgură ușor fuzibilă. Zgura formată la suprafața băii de metal

Tabelul 30

Fluxuri decapante folosite la sudarea fontei

Număr curent	Denumirea fluxului	Compoziția, % de greutate						
		Borax deshidratat	Sodă calcinate	Clorură de sodiu	Fero-siliciu	Sticlă pisată	Fero-titan	Cloroalcaline Hidroxid de calciu Carbonat de calciu
1	Borax 65	65	27—28	7—8	—	—	—	—
2	Borax 50	40—50	27	8—10	—	—	0,5—1	—
3	Borax 65 Fe-Si	65	27	7—8	0,5—1	—	—	—
4	Borax 90 D	90	8	1,2	0,8	—	—	—
5	Borax 45 T	45	—	—	—	—	25	5 25

lichid este protectoare, se înlătură ușor și asigură obținerea unei suduri de bună calitate.

Un flux bun se recunoaște după modul în care se topește pe piesa incandescentă. El trebuie să se întindă pe suprafața piesei fără să fiarbă și fără să facă spume. Temperatura de topire a fluxului este de obicei cu circa 100°C sub temperatura de topire a metalului de bază. Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească un flux de bună calitate sînt:

- în stare topită, viscozitatea fluxului trebuie să fie mai mică decît a metalului de bază, aceasta în special pentru a rezulta o sudură lipsită de incluziuni.

- în stare de pulbere să adere de vergeaua fierbinte, astfel încît să nu fie îndepărtată de presiunea flăcării de sudare;

- să nu conțină substanțe oxidante (dăunătoare pentru metal) și vătămătoare pentru sudor;

- zgura solidificată să se îndepărteze ușor.

Fluxurile se păstrează în cutii ermetic închise, în locuri uscate, iar cele pietrificate pot fi utilizate numai după sfărîmarea și cernerea prin sită cît mai fină.

5.6.3.2. Materiale de adaos din oțel

Piese turnate din fontă care au defecte mici sau fisuri locale și care sub nici o formă nu afectează rezistența sau etanșeitatea piesei respective pot fi sudate la rece. Se sudează, de asemenea, la rece și unele ruperi locale, sudura putînd fi consolidată prin buloane.

Pentru astfel de remanieri se utilizează electrozi înveliți din oțel moale nealiat. Aceștia prezintă inconvenientul că sudura rezultată este dură și sensibilă la

fisurare. Se mai pot folosi și electrozi înveliți din oțel înalt aliat (electrozi austenitici).

În cazul sudării fontei la rece trebuie lucrat cu intensități de curent cît mai mici, pentru a evita încălzirea excesivă a piesei sudate, încălzire care ar putea duce la tensiuni interne ridicate. Sudarea se va face cu electrozi cu diametru de maximum 4 mm, în straturi cît mai subțiri. Electrozii din oțel moale, fiind mai ieftini se recomandă să fie folosiți în toate cazurile pentru piese la care nu prezintă importanță deosebită rezistența piesei și prelucrabilitatea ei prin așchiere. Electrozii aliați se folosesc numai în cazuri speciale, la suduri în piese complicate și cu pereți subțiri și sînt de tipul 18 Cr-8 Ni sau 25 Cr-20 Ni. Acești electrozi prezintă avantajul că dau suduri moi și ductile, putînd fi folosiți la sudare cu densități de curent mult mai mici decît cu electrozii din oțel moale, iar cantitatea de căldură introdusă în piese este mai redusă. Din punct de vedere metalurgic, cea mai indicată este folosirea electrozilor de tipul 25 Cr-20 Ni (Rest% Fe), care prin diluare produc zone de trecere mai moi. În scopul reducerii conținutului de hidrogen se vor folosi numai electrozi cu înveliș bazic, care se vor calcina întotdeauna înainte de sudare, timp de minim 2 h, la temperatura de 300 ... 350°C.

Se mai pot folosi electrozi din aliaj fero-nichel, compuși din circa 50% Fe și 50% Ni, care dau cusătură sudată moale, cu excepția zonei de influență termică (ZIT), unde este dură, greu de prelucrat și sensibilă la fisurare. Acești electrozi au avantajul că permit sudarea cu densități de curent foarte mici; de exemplu, cu un electrod cu diametru de 4 mm se poate suda la curenți de 50 ... 100 A.

5.6.3.3. Materiale de adaos din aliaje neferoase și pe bază de nichel

Materialele de adaos din aliaje neferoase și cele pe bază de nichel se folosesc la remanierea pieselor turnate din fontă pentru etanșări locale, cum sînt golurile sau fisurile care nu prezintă importanță din punct de vedere al rezistenței mecanice a piesei. Datorită faptului că aceste materiale conțin foarte puțin carbon se obțin suduri moi și ușor de prelucrat. În mod obișnuit se folosesc electrozi de monel sau electrozi de nichel. Monelul este un aliaj care conține circa 67% Ni și circa 33% Cu. Este un aliaj foarte moale (140...150 HB) și deosebit de ductil (alungire 30...40%). Se livrează sub formă de electrozi cu înveliș subțire și se lucrează numai în CC⁺ (curent continuu cu polaritate inversă), cu intensități mici de curent.

Electrozii din nichel conțin circa 99,5% Ni, avînd aproximativ aceleași proprietăți ca și monelul. În zona sudată duritățile sînt ceva mai mici decît în metalul de bază. Din acest motiv, în cazul remanierii unor piese masive și complexe, din punct de vedere al configurației se recomandă chiar dacă sînt mai scumpi decît electrozii de monel.

La sudarea la rece a fontei este de dorit să se introducă în piesă cantități cît mai mici de căldură pentru a produce modificări minime ale metalului de bază în timpul sudării. Din acest punct de vedere, electrodul optim pentru sudare va fi cel care poate fi topit cu intensitatea de curent mai mică. O apreciere orientativă se poate face prin măsurarea durităților în diferite zone ale cusăturii sudate. În fig. 70 este reprezen-

tată grafic o astfel de comparație, care poate fi utilă la alegerea unui anumit tip de electrod.

În scopul ușurării alegerii sau prescrierii electrodului folosit la sudarea unui anumit defect de turnare,

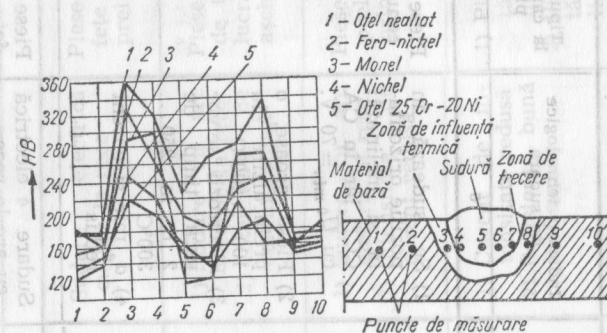


Fig. 70. Duritatea fontei în diferite zone la sudarea cu diferiți electrozi.

în tabelul 31 sînt prezentați electrozii mai frecvent utilizați, cu principalele lor caracteristici tehnice.

În tabelul 32 sînt prezentate principalele caracteristici a patru tipuri de fonte, care reprezintă, ca pondere, peste 75% din volumul total de piese turnate din fontă.

5.6.4. Sudarea la rece a pieselor din fontă cenușie

Fonta nu poate fi sudată la rece cu electrozi din fontă deoarece răcirea rapidă a sudurii împiedică separarea carbonului sub formă de grafit. În locul grafitului se formează alte structuri constituite din cimentită și ledeburită care sînt foarte dure, sensibile la fisurare și necorespunzătoare pentru o îmbinare sudată

Electrozi pentru remanierea prin sudare la rece
a defectelor apărute la piesele turnate din fontă

Tabelul 31

Număr curent	Marca	Producător sau standar- dual	Rezistența la trac- țiune N/mm ²	Duritatea Brinell HB	Indicații tehnologice de sudare	Tipuri de piese la care se aplică procedul
1	2	3	4	5	6	7
1	EF-MB	I.S.- C.T.	—	145—160	1) Se sudează în poziție orizonta- lă și înclinată; CC ⁺ iar în CA cu $U_{0min}=70$ V. 2) Piese groase, o preîncălzire la 100...200°C 3) Electrozii se vor usca timp de 2 h la 250... 300°C 4) d_e mic și curent redus	Piese din fontă cenușie
2	MNCi-2	GOST 492-52 (oțel- Cu)	—	—	Sudare electrică cu arc la rece	Piese cu supra- fețe ce urmează a fi prelucrate

Tabelul 31 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7
3	OZCi-2	GOST 2112-62 (Fe-Cu)	—	—	Sudare electrică cu arc la rece	Piese cu supra- fețe ce nu se prelucresc
4	OZJN-1	(Fe-Ni)	—	—	1) Sudare cu arc electric la rece 2) Intensitate de curent redusă	Piese cu defecte de turnare pre- lucrabile prin așchiere
5	OZCi-3 și OZCi-4	(Pe bază) de Ni)	—	—	1) Sudare cu arc electric la rece 2) Intensitate de curent redusă	Piese cu defecte prelucrabile prin așchiere
6	Castolin 2-23	Elveția	500—550	170—200	1) Curent de in- tensitate redusă 2) Rezistență bună la fisurare	1) Piese din fon- tă cenușie și nodulară 2) Piese din fon- tă puternic so- licitate 3) Cartere de motoare, ba- tiuri

Tabelul 31 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7
7	Castolin 2-24	Elveția	300	150—180	Curent de sudare scăzut	1) Batiuri de mașini-unelte 2) Remanierea pieselor din fontă prelucrate
8	Castolin 2-25	Elveția	500	180—220	Se sudează cu intensitate mică de curent	1) Piese din fontă nodulare 2) Piese puternic solicitate
9	Castolin 24	Elveția	300—350	160	1) Aliaj fier-cupru 2) Sudabilitate foarte bună 3) Curent de sudare scăzut	1) Batiuri de mașini 2) Prelucrabilitate bună
10	Castolin 240	Elveția	250—300	130—150	Sudare fără preîncălzire	Defecte de turnare greu re-manifiabile

Tabelul 31 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7
11	Castolin 2-44	Elveția	300	160—190	1) Curent de sudare scăzut 2) Pentru piese complexe și masive; se recomandă preîncălzire la 150—200°C	1) Bloc motor 2) Corpuri pompe 3) Cazane, chiulase
12	Castolin Xuper 2240	Elveția	400—450	160—180	1) Sudare de piese groase cu preîncălzire la 200°C 2) Sudare în CC și CA, cu intensitate scăzută	1) Batiuri de mașini-unelte 2) Roți dințate
13	Nodul TeC 2250	Elveția	370—420	160—170	La sudarea pieselor mari se recomandă preîncălzire la 150—200°C	1) Piese din fontă cenușie și fontă maleabilă 2) Corpuri de pompe, tamburi etc.
14	Mixal 20	Arcos (aliaj Ni-Cu)	350—450	150—165	1) Rezistență bună la fisurare 2) Depunere ușor prelucrabilă 3) Sudare în CA și CC+	Piese din fontă

Tabelul 31 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7
15	Mixal 20	Arcos (aliaj Ni-Fe)	400—550	160—180	1) Rezistent la fi- surare 2) Ușor prelucra- bilă după su- dare 3) Sudare în CA și CC ⁺	Piese la care sînt necesare depuneri în cantități mari Piese din fontă
16	Mixal 23	Idem	400—550	160—180	1) Rezistență bună la fisurare 2) Sudare în CA și CC ⁺	1) Piese com- plexe 2) Piese din fontă
17	Mixal 61	Idem (oțel moale)	400—550	160—180	1) Depunere direct pe fontă (poate atinge duritatea 600 HB) 2) Se recomandă depunerea unui strat tampon de Ni (Mixal 31)	Piese din fontă greu sudabile
18	Mixal 31	Idem (Ni)	350—450	150—170	1) Sudare cu CA CC ⁺ 2) Rezistență foarte bună la fisurare	Piese mari din fontă cu strat de sudură tam- pon

Principalele fonte turnate în piese

Tabelul 32

Număr curent	STAS	Denumirea fontel	Structura	Duritatea Brinell HB	Rezistența la trac- țiune R_m N/mm ²	Domenii de utilizare	Observații
1	2	3	4	5	6	7	8
1	563-75 (Fc)	Fontă ce- nușie cu grafit lamelar turnată în piese		100—300	160—300	Domeniu larg de folosire	
2	8541-75 (FcX)	Fontă turnată în piese pentru mașini- unelte	Perlitică sau ferito-perli- tică	170—260	200—350	Suban- samble de ma- șini- unelte	
3	569-70 (Fm)	Fontă maleabilă turnată în piese				La sub- ansamble greu soli- citate și	După tra- tament de malea- bilizare

Tabel 32 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8
		Fma	— albă; perlita + ferită + grafit	200—240	274—418	cu șoc	este interzisă operația de sudare deoarece ar putea schimba structura
		Fmn	— neagră; ferită + grafit + perlita în cantitate foarte mică	150—180	294—363		
		Fmp	— perlita lamelară + austenită + grafit	220—280	441—686		
4	6071-75 (Fgn)	Fontă cu grafit nodular turnată în piese	Feritică Perlito-feritică Perlitică	140—300	370—700	Piese sau subansamble de mașini puternic solicitate	

ce urmează a fi prelucrată prin așchiere. Pe de altă parte, sudarea fontei la rece trebuie să se realizeze cu încălzire minimum posibilă a piesei, aceasta în scopul de a nu produce zone călite extinse ușor fisurabile. În acest caz este de preferat să se aplice procedeul de sudare cu arc electric față de sudarea oxiacetilenică deoarece primul asigură o concentrare locală de căldură numai în zona ce se sudează. Pregătirea pieselor pentru remaniere prin sudare la rece se face prin eliminarea defectelor cu dalta mecanică, pneumatică sau manuală, urmată de polizare [10]. Suprafața ce urmează să se sudeze trebuie să fie curată, cu luciu metalic. În jurul zonei ce urmează a fi sudată, crusta de turnare se îndepărtează prin polizare pe o lățime de circa 30 mm. Se face identificarea precisă a lungimii fisurii și dacă există eventuale ramificații ale acesteia. În cazul când zona fisurată nu este supusă la solicitări în exploatare, pregătirea ei pentru sudură se face prin îndepărtarea defectului printr-un procedeu mecanic, după care zona respectivă se completează prin sudură. Dacă zona fisurată este puternic solicitată, pregătirea piesei pentru turnare se va face mult mai atent. Prelucrarea se face cu rost în formă de V, iar flancurile șanfrenate se ancorează cu prezoane, așa cum se poate urmări pe fig. 71.

Găurile și filetele se efectuează la adâncimi diferite (fig. 72) pentru a nu produce secțiuni slăbite exagerat în același plan al secțiunii.

La amplasarea prezoanelor se va avea în vedere ca acestea să fie plasate la o distanță cât mai mare posibil de rădăcina cusăturii.

Executarea sudurii se face în așa fel încât piesa să se încălzească cât mai puțin, motiv pentru care trebuie să se respecte următoarele indicații:

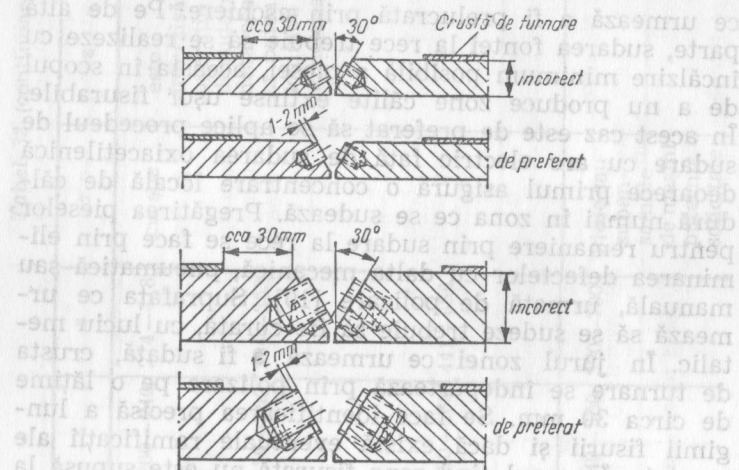


Fig. 71. Amplasarea prezoanelor în șanfren.

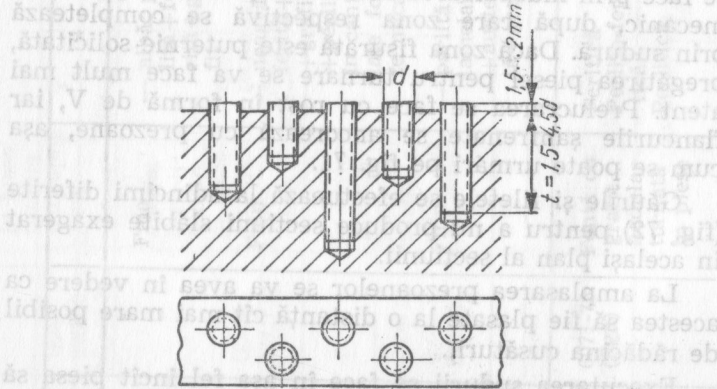


Fig. 72. Adâncimea prezoanelor în metalul de bază.

- lungimea unui cordon depus fără întrerupere să nu depășească 40 mm;
- sudarea să se execute fără pendularea electrodului;
- fiecare porțiune de cordon sudată se va îndesa ușor cu ciocanul;
- porțiunile de cordoane scurte se vor distribui uniform de-a lungul întregii îmbinări, pentru a evita concentrările locale de căldură;
- se va lucra cu arc electric scurt și cu intensități de curent scăzute;
- după primele porțiuni de sudură se va efectua controlul cu lichide penetrante;
- dacă apar fisuri, acestea se vor elimina prin dăltuire și apoi se va schimba ordinea de sudare.

Sudarea defectelor de turnare cu folosirea prezoanelor de oțel asigură o îmbinare cu transmitere relativ bună a eforturilor, în cusătura sudată, așa cum se poate vedea pe fig. 73.

Pregătirea și sudarea piesei în cazul remanierii la rece a fisurilor poate fi urmărită în fig. 74. La executarea remanierii prin sudare se recomandă ca fiecare cordon de sudură din componența unui strat să fie depus în aceeași direcție de sudare însă sensul să fie invers celui precedent.

5.6.5. Sudarea la cald a pieselor din fontă cenușie

De regulă, piesele din fontă puternic solicitate sînt remaniate prin sudare la cald. Înainte de sudare se încălzește întreaga piesă, prin aceasta asigurîndu-se reducerea dilatărilor și contracțiilor unilaterale care pot provoca noi fisuri sau ruperi. În cazul pieselor turnate avînd dimensiuni mari, dacă defectul este astfel

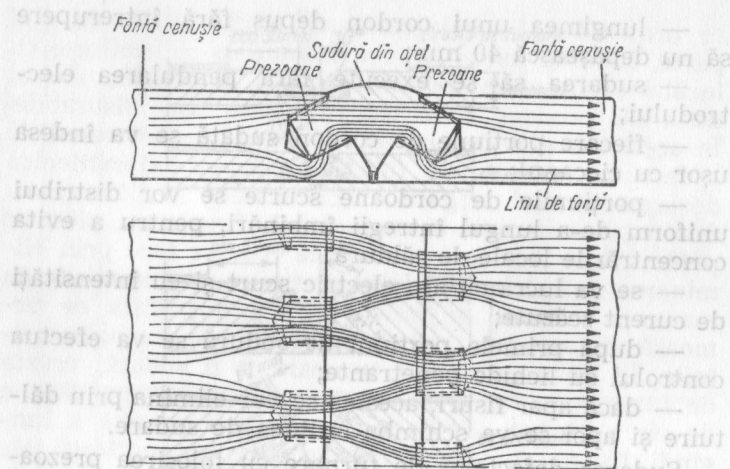


Fig. 73. Schema transmiterii efortului prin prezoane.

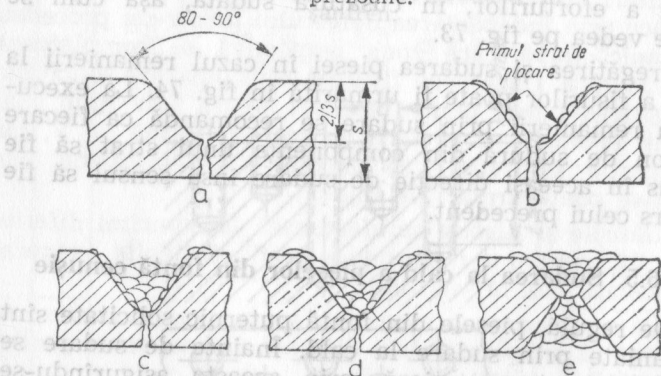


Fig. 74. Ordinea depunerii straturilor de sudură:
a — pregătirea fisurii străpunse; b — depunerea primului strat (cu electrod foarte ductil); c — cordonul de închidere a fisurii; d — prelucrarea la rădăcina sudurii (crăituri); e — sudarea de completare.

plasat încît aceasta să fie liberă pentru a se dilata și contracta, încălzirea se poate efectua numai parțial, la locul de remanieră. În fig. 75 se prezintă un exem-

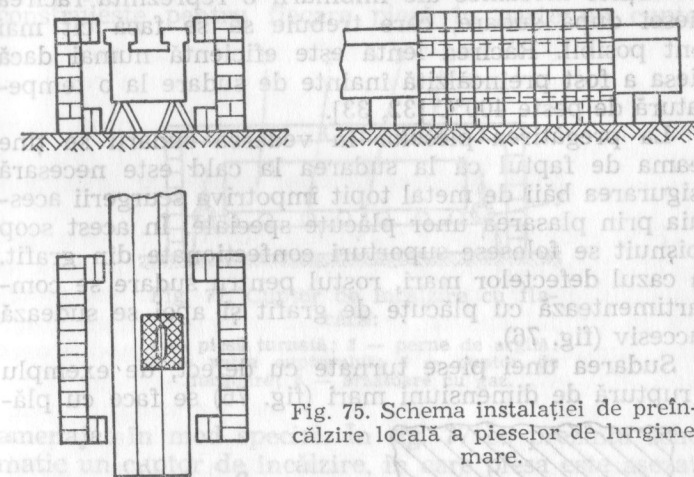


Fig. 75. Schema instalației de preîncălzire locală a pieselor de lungime mare.

plu de ansamblu în care se face încălzirea locală pentru remanierăa unui defect produs într-un batiu de mașină unealtă de mare lungime.

Dacă dilatarea piesei turnate cu defect nu se poate face liber, din cauza unor elemente care o rigidizează, atunci, aceasta se va introduce într-un cuptor și se va încălzi complet. Piesele cu grosimi de pereți sub 20 mm, se sudează cu flacără oxiacetilenică; peste 20 mm, de regulă se sudează cu arc electric. Cercetările efectuate mai recent și rezultatele experimentale obținute au demonstrat că sudarea cu exces de acetilenă (cu flacără carburantă) nu asigură eliminarea arderii parțiale a carbonului și siliciului. Sudarea cu fla-

cără neutră sau ușor oxidantă ușurează procesul de sudare datorită faptului că se realizează o baie de metal topit mai fluidă. O etapă hotăritoare asupra proprietăților mecanice ale îmbinării o reprezintă răcirea piesei după sudare, care trebuie să se facă cât mai lent posibil. Răcirea lentă este eficientă numai dacă piesa a fost preîncălzită înainte de sudare la o temperatură de peste 400°C [32, 33].

La pregătirea pieselor în vederea sudării se ține seama de faptul că la sudarea la cald este necesară asigurarea băii de metal topit împotriva scurgerii acestuia prin plasarea unor plăcuțe speciale. În acest scop obișnuit se folosesc suporturi confecționate din grafit. În cazul defectelor mari, rostul pentru sudare se compartimentează cu plăcuțe de grafit și apoi se sudează succesiv (fig. 76).

Sudarea unei piese turnate cu defect, de exemplu o ruptură de dimensiuni mari (fig. 76) se face cu plă-

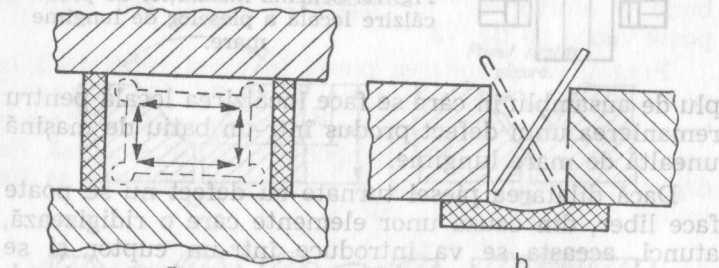


Fig. 76. Schema instalației de sudare a deschiderilor mari: a — plăcuțe de grafit fixate la distanțe egale; b — sudare cu suport de grafit.

cuțe de grafit fixate la distanțe egale, iar pentru a evita scurgerea băii de metal lichid a piesei, se montează la partea inferioară un suport de grafit, unde se poate

observa și manevrarea electrodului în timpul sudării. Pentru încălzirea completă a pieselor în vederea sudării, în funcție de dimensiunea acestora, se pot folosi cuptoarele existente în secțiile de turnare sau se construiește pentru fiecare piesă în parte un cuptor

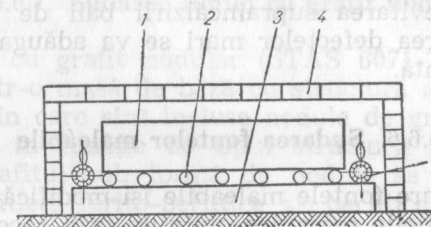


Fig. 77. Cuptor de încălzire cu flacără:

1 — piesă turnată; 2 — perne de argilă; 3 — vatra cuptorului; 4 — cuptor de încălzire; 5 — arzătoare cu gaz.

amenajat în mod special. În fig. 77 se prezintă schematic un cuptor de încălzire, în care piesa este așezată pe perne de argilă, plasate echidistant pe vatra cuptorului.

Un caz special al sudării la cald cu arc electric îl constituie remanierea prin sudare a pieselor din fontă de dimensiuni mari cu defecte întinse pe suprafețe și adâncimi mari și la care trebuie să se sudeze cu electrozi groși și de lungime mare. Intensitățile de curent folosite în acest caz sînt peste 1 000 A. În acest caz sudorul este supus la eforturi fizice mari în timpul lucrului pe care le suportă greu. El trebuie să conducă corect arcul electric împreună cu electrodul, cleștele și cablurile de sudură, în condițiile de expunere la radiații termice puternice. În vederea îmbunătățirii condițiilor de lucru se impune transmiterea curentului

electric de sudare separat, printr-un electrod de cărbune, vergeaua din fontă manipulându-se manual de către sudor. Din cauza eforturilor mari la care sînt supuși sudorii în timpul lucrului, aceștia vor suda în schimburi mai scurte (4...6 h).

Pentru evitarea supraîncălzirii băii de metal topit, la sudarea defectelor mari se va adăuga continuu șpan din fontă.

5.6.6. Sudarea fontelor maleabile

Prin sudare fontele maleabile își modifică structura și caracteristicile mecanice obținute prin recoacerea de maleabilizare. Fontele maleabile cu miez alb se modifică în timpul sudării, rezultînd o structură de fontă albă similară cu a fontei brut turnate, modificarea fiind mai evidentă în cazul fontelor perlitice. Fontele maleabile cu miez negru au un conținut relativ ridicat de siliciu și sînt mai ușor sudabile cu electrozi din fontă. Sudura se realizează la cald prin încălzire la 600°C, cu răcire cît se poate de lentă. Evitarea completă a tendinței de formare a carburilor nu este posibilă. Sudarea cu flacără oxiacetilenică se recomandă numai pentru piese cu grosimi de pereți sub 8 mm și numai pentru fonte maleabile cu miez alb. În mod obișnuit, pentru remanierea defectelor de turnare în piesele turnate din fontă maleabilă se folosește sudarea cu arc electric. Fontele maleabile cu miez alb se pot considera perfect sudabile. Ca metal de adaos se pot alege electrozi de oțel carbon cu înveliș bazic, cu o ușoară preîncălzire.

Fontele maleabile cu miez negru și cele perlitice pot fi sudate cu electrozi din Ni sau din Fe-Ni cu înve-

liș pe bază de grafit. Dacă piesele turnate sînt puternic solicitate în exploatare, după remanierea prin sudare vor fi supuse la un tratament de recoacere.

5.6.7. Sudarea fontei cu grafit nodular

Fonta cu grafit nodular (STAS 6071-70) este formată dintr-o masă de bază cu structură asemănătoare oțelului, în care sînt incluse nodule de grafit. Fontele nodulare, în funcție de tipul structurii în care este inclus grafitul sub formă de nodule se clasifică în: fonte feritice, ferito-perlitice și perlitice. Rezistența la tracțiune a acestor fonte este cuprinsă între 400 N/mm² și 750 N/mm², iar limita de curgere între 250...500 N/mm². Ductibilitatea fontelor nodulare este cu atît mai mare cu cît duritatea structurii masei metalice de bază este mai mică. Fonta feritică prezintă alungiri de 17...19% și reziliențe la -40°C de circa 15 J (determinată pe o epruvetă creștătură în formă de U). Globulizarea grafitului în fontă se face de obicei prin adăugarea de prealiaje de magneziu în oala de turnare.

Prin tratament termic o fontă cu grafit nodular poate să-și schimbe structura masei metalice de bază și să devină perlitică, ferito-perlitică sau feritică. O fontă cu 3...3,5 % C; 2,5...2,8% Si; 0,1...0,35% Mn; 0,017% P; 0,005% S și 0,04% Mg, încălzită la 920°C se va prezenta din punct de vedere al proprietăților mecanice în mod diferit în funcție de viteza de răcire. În cazul unei răciri lente în cuptor va rezulta o structură feritică, în cazul răcirii cu întrerupere la 800...850°C structura va fi ferito-perlitică, iar în cazul unei răciri rapide va fi perlitică.

Sudarea fontelor cu grafit nodular în mod obișnuit se realizează cu arc electric cu electrod fuzibil, piesele fiind în prealabil încălzite. Se poate suda cu electrozi de tipul monelului (Cu-Ni) sau cu electrozi numai de Ni dar se recomandă folosirea electrozilor de tipul Fe-Ni (55% Ni), care dau suduri cu rezistență comparabilă cu cea a metalului de bază. Electrozii trebuie să fie mai întâi calcinați timp de 2 h la 250...300°C și folosiți imediat.

Datorită particularităților specifice fontei nodulare, remanierea prin sudare a defectelor pieselor turnate din acest material se poate realiza la rece, la semicald sau la cald [18]:

1) Sudarea la rece impune folosirea unor metode de lucru aplicate cu mare grijă, pentru a nu produce concentrări puternice de căldură. La sudarea cu arc electric, pentru reducerea șocurilor termice se va urmări depunerea unor cordoane cu grosimi de 20...30 mm, executate la intervale mari de timp. Piesa în timpul sudării nu trebuie să se încălzească peste temperatura de 60...70°C. Metoda este aplicabilă fără urmări negative la sudarea pieselor din fontă cu grafit nodular a căror masă metalică de bază este feritică.

2) Pentru sudarea la semicald piesa supusă remanierii se preîncălzește la 200...350°C; în acest fel se asigură o reducere importantă a șocurilor termice și a dilatărilor neuniforme, provocate de arcul electric. Sudarea în acest regim permite depunerea unor cordoane mai lungi, de 40...60 mm, lungimea lor fiind funcție de structura metalului de bază (feritică, ferito-perlitică sau perlitică).

3) Sudarea la cald a fontelor cu grafit nodular obișnuite se execută cu preîncălzirea piesei supusă remanierii la temperatura de 500...650°C, iar a fontelor

nodulare austenitice la 700°C. În scopul evitării formării tensiunilor interne și a deformațiilor în timpul încălzirii și sudării este necesară o atenție sporită la așezarea piesei pe suport. Prin această metodă se pot obține îmbinări sudate cu structură similară celei a metalului de bază dacă se folosesc vergele sau electrozi din fontă cu grafit nodular.

Obținerea unor caracteristici mecanice bune în zonele remaniate depinde de:

— realizarea sudurilor prin metode care să nu permită depășirea temperaturii eutectice, care favorizează fomarea carburilor;

— alegerea ciclului termic astfel încât vitezele de răcire stabilite să permită austenitei să se descompună în perlită;

— limitarea timpului de solubilizare a grafitului în austenită;

— micșorarea cantității de carburi prin depunerea unor straturi tampon de nichel.

Pentru remanierea prin sudare a pieselor turnate din fontă nodulară se pot folosi următoarele tipuri de electrozi:

1) Din oțel moale cu conținut mic de hidrogen. Aceștia, deși sînt ieftini, nu se recomandă pentru remanierea pieselor puternic solicitate în exploatare, datorită absorbției intense a carbonului din metalul de bază și deci a tendinței de formare a unor îmbinări dure și fragile.

2) Din aliaje pe bază de cupru, a căror utilizare este, de asemenea, limitată din cauza caracteristicilor mecanice reduse. Aliajele mai des întîlnite sînt Cu-Al (90% Cu și circa 8% Al) și Cu-Si (3% Si); acesta din urmă se recomandă pentru remanierea defectelor de suprafață ale pieselor solicitate la uzură.

3) Din aliaje cu bază de nichel, ca de exemplu de tipul Ni-Cu (Monel 60), folosiți cel mai frecvent în lucrări de remanieră.

4) Din nichel și Ni-Fe, care, deși sînt scumpi, realizează o depunere cu conținut redus de carbon. Din acest motiv au o largă utilizare. Aliajul Ni-Fe, cel mai răspîndit are următoarea compoziție chimică: 0,7% C; 0,7% Si; 0,6% Mn; 55% Ni; 43% Fe și 0,3% Cu. Învelișul acestor electrozi conține oxizi de fier, grafit, metale alcalino-pămîntoase (carbonați, ferosiliciu, fluorură de calciu etc.).

5) Din vergele de fontă cu grafit nodular, pentru sudarea la cald. Alegerea electrodului pentru remanieră prin sudare a unui defect de turnare, precum și a regimului de lucru se face ținînd seama în primul rînd de solicitările în exploatare ale piesei, de mărimea defectului și poziția acestuia în piesă.

Se subliniază faptul că, dacă în exploatare piesele remaniate prin sudură sînt supuse la solicitări dinamice, prin șoc, este necesar tratament termic de recoacere la 900°C după sudare, pentru eliminarea constituenților duri și fragili.

5.7. SUDAREA DEFECTELOR PIESELOR TURNATE DIN ALIAJE NEFEROASE

Particularitățile sudării metalelor și aliajelor neferoase sînt generate de afinitatea mare pe care acestea o au față de oxigen.

Metalele neferoase au coeficient de dilatare liniară mare, conductibilitate termică mare, căldură specifică mică, temperatură de topire joasă, iar oxizii lor temperaturi înalte de topire, motiv pentru care la sudarea lor trebuie aplicate tehnologii speciale [29, 31].

În fig. 78 este reprezentat graficul comparativ al temperaturilor de topire, de recrystalizare și de topire a oxizilor pentru unele metale neferoase. Temperatura

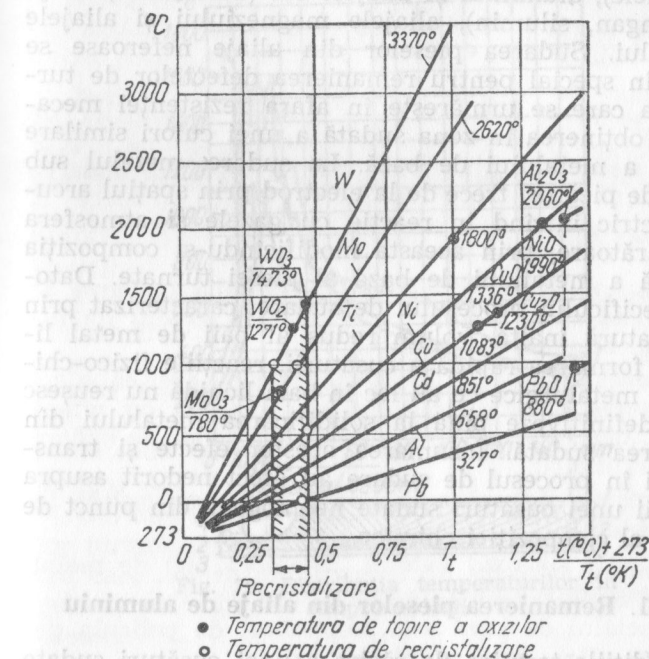


Fig. 78. Temperaturile de recrystalizare și topire a unor oxizi de metale neferoase.

de recrystalizare, funcție de temperatura de topire se poate calcula cu relația

$$T_{recr} = (0,35 \dots 0,45) T_t \quad (18)$$

Metalele și aliajele neferoase mai larg folosite în industria construcțiilor de mașini pentru executarea de piese turnate sînt: cuprul și aliajele lui (bronzurile și alamele), aluminiul și aliajele lui (duralumin, aliaje cu mangan, silumin), aliajele magneziului și aliajele nichelului. Sudarea pieselor din aliaje neferoase se aplică în special pentru remanierea defectelor de turnare, la care se urmărește în afara rezistenței mecanice și obținerea în zona sudată a unei culori similare cu cea a metalului de bază. La sudare, metalul sub formă de picături trece de la electrod prin spațiul arcului electric intrînd în reacție cu gazele și atmosfera înconjurătoare, prin aceasta modificîndu-și compoziția de bază a metalului de bază al piesei turnate. Datorită specificului procesului de sudare, caracterizat prin temperatură înaltă, volum redus al băii de metal lichid și formarea rapidă a cusăturii, reacțiile fizico-chimice și metalurgice ce au loc în baia lichidă nu reușesc să se definitiveze pînă la solidificarea metalului din îmbinarea sudată. Însumarea acestor efecte și transformări în procesul de sudare au efect nedorit asupra formării unei cusături sudate neomogenă din punct de vedere al compoziției chimice.

5.7.1. Remanierea pieselor din aliaje de aluminiu

Condițiile termice de răcire a unei cusături sudate executate la o piesă turnată dintr-un aliaj de aluminiu sînt determinate în măsură hotărîtoare de distribuția temperaturilor în baia metalică și Z.I.T. (fig. 79). Curba 1 caracterizează temperatura în punctele echidistante față de electrod, iar punctele 2, 3 și 4 sînt la distanțe de 3,5; 5 și 6 mm față de suprafața inferioară a piesei ce se sudează. Încălzirea metalului, respectiv a piesei

turnate, înainte de sudare modifică substanțial regimul termic și asigură obținerea unei îmbinări de calitate superioară.

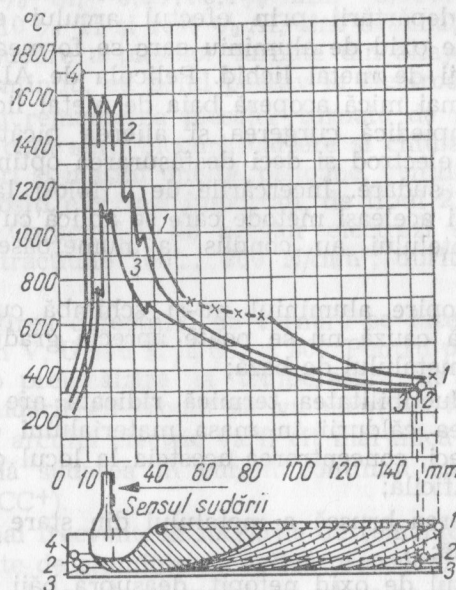


Fig. 79. Distribuția temperaturilor în timpul sudării.

La sudarea pieselor din aliaje pe bază de aluminiu, cele mai mari dificultăți le provoacă producerea în timpul sudării a oxidului de aluminiu (Al_2O_3), care are temperatura de topire foarte înaltă (2100°C , față de 600°C cît are aliajul din care se execută piesele turnate). Aluminiul și aliajele sale se sudează bine în curent alternativ (procedul WIG), curentul fiind furnizat de un transformator de sudură cu caracteristică

externă căzătoare, peste care (curentul respectiv) se suprapune un curent de înaltă frecvență. Alegerea curentului alternativ de sudare este determinată de necesitatea îndepărtării prin efectul arcului electric a peliculei de oxid de aluminiu care se formează la suprafața băii de metal lichid. Pelicula de Al_2O_3 avînd densitate mai mică acoperă baia de metal lichid. Prin aceasta împiedică curgerea și alierea picăturilor de metal din electrod și deci desfășurarea optimă a procesului de sudare. Încercările de a folosi la sudarea aluminiului aceleași metode care se aplică cu succes la sudarea oțelului au condus la numeroase eșecuri, deoarece:

- la topire aluminiul nu-și schimbă culoarea și din această cauză nu se poate aprecia gradul de încălzire al metalului de bază;

- conductibilitatea termică ridicată are ca efect transmiterea căldurii în masa materialului cu viteză mare și, deci, concentrarea acesteia la locul de sudare este mai dificilă;

- trecerea bruscă a metalului din stare solidă în stare lichidă;

- stratul de oxid netopit, deasupra băii de metal lichid, împiedică observarea metalului;

- metalul de bază este împiedicat de pelicula de oxid să se alieze cu metalul de adaos.

Varietatea tipurilor de aliaje de aluminiu utilizate în producția de piese turnate este foarte mare, dar pentru turnarea curentă sînt folosite aliajele de tip Al-Si și Al-Zn-Cu. Sudarea pieselor turnate din aliaje ușoare se face de regulă cu metal de adaos avînd aceeași compoziție chimică cu cea a materialului piesei turnate.

Electrozi din aliaj de aluminiu cu înveliș dezoxidant și stabilizant marca EA1Si-P produși de I.S.P.S. — Buzău și care au următoarea compoziție chimică: 4,0...5,0% Si, 0,2...0,4% Mn, 0,3...0,5% Mg, 0,05...0,10% Ti și rest % Al, sînt destinați remanierii prin sudare a pieselor turnate din aliaje de Al în curent continuu, cu polul pozitiv la electrod.

Pentru remanierarea pieselor turnate de mare complexitate cum sînt: blocuri, cartere și chiulase de motor, batiuri și mașini unelte, pistoane, ventilatoare etc., pot fi folosiți electrozi importati, de tipul 2101 Super-Castolin. Caracteristicile acestor electrozi sînt: rezistența la tracțiune 160...200 N/mm²; duritatea 55...60 HB.

Pregătirea defectului de turnare se face prin șan-frenare în V, U sau X la 60...80°. Pentru piesele mari se cere o preîncălzire la temperatura de 200°C. În timpul sudării electrodul se va menține vertical, iar lungimea arcului electric va fi cît mai mică posibil. Se recomandă sudarea în curent continuu cu polaritate inversă (CC+).

Cel mai frecvent, în lucrările de remanierare a pieselor turnate de aluminiu se aplică procedeul WIG, pentru care adesea drept metal de adaos se folosesc vergele turnate din același aliaj din care au fost turnate piesele.

Procedeul cel mai eficient pentru prevenirea formării tensiunilor de sudare, care pot provoca fisurarea piesei este încălzirea lentă și uniformă a întregii piese turnate înainte de începerea sudării la temperatura de 300...350°C. Preîncălzirea este cu atît mai înaltă cu cît piesa este mai voluminoasă și mai complicată. Încălzirea pentru piesele mici se poate face cu arzăto-

rul cu flacără oxiacetilenică; pentru piesele mari încălzirea se face în cuptoare cu flacără sau electrice.

Locul de remaniat prin sudare trebuie să fie bine curățat de resturi de ulei și unsori.

Curățarea piesei în vederea remanierii se face prin:

— degresare în vapori de tricloretilenă sau cu alți solvenți speciali;

— frecare cu peria de sîrmă din oțel aliat;

— imersare într-o soluție cu 10% sodă caustică și restul de apă, la temperatura de 50...70°C.

Defectele ce urmează a fi sudate se prelucurează în formă de V cu dalta sau cu pila. Executarea sudurii se va face în așa fel ca tensiunile remanente în piesa remaniată să fie cît mai mici. După sudare piesele trebuie să se răcească cît mai încet posibil, apoi se spală în apă fierbinte și se freacă cu peria de sîrmă pentru îndepărtarea urmelor de fondant.

În cazul sudării prin procedeul WIG electrodul de sudare din wolfram thoriat trebuie să nu conțină oxizi, iar vîrful acestuia să fie de culoare alb-argintie. De asemenea, se va urmări ca:

— electrodul să nu vină niciodată în contact cu baia de metal topit;

— amorsarea arcului să se facă pe o placă de cupru special prevăzută pentru această operație;

— să fie bine reglat debitul de argon pentru a proteja baia de metal lichid și oxidarea electrodului.

La remanierea prin sudare a pieselor de aluminiu se recomandă următoarele:

— preîncălzirea piesei să se facă cu o flacără slabă, pe lățime împrejurul defectului și în profunzime, pentru a înmagazina suficientă căldură în jurul defectului;

— să se întrebuinteze la sudare un flux fluidizant care să dizolve stratul de oxid;

— să se lucreze cu metal de adaos pe cît posibil cu temperatură de topire mai joasă decît a metalului de bază.

În acest fel se combat consecințele conductibilității termice ridicate; printr-o încălzire relativ scurtă se poate atinge temperatura de topire la suprafața defectului în metalul de bază [63].

Tabelul 33

Parametrii regimului de lucru la sudarea electrică cu arc a aluminiului

Diametrul electrodului mm	Intensitatea curentului de sudare A	Tensiunea la arc electric V
2,5	30—75	—
3	60—110	—
4	100—150	20—34
5	130—180	20—24
6	220—240	22—26
7	250—260	22—26
8	280—300	23—28

În tabelul 33 sînt prezentați parametrii regimului de sudare cu electrozi din aluminiu înveliți, iar în fig. 80 se prezintă intensitatea curentului electric de sudare recomandată în funcție de diametrul sîrmei și

de viteza de înaintare a acesteia în baia de metal lichid.

La sudarea manuală cu arc electric învelișul electrozilor are o mare importanță deoarece contribuie la

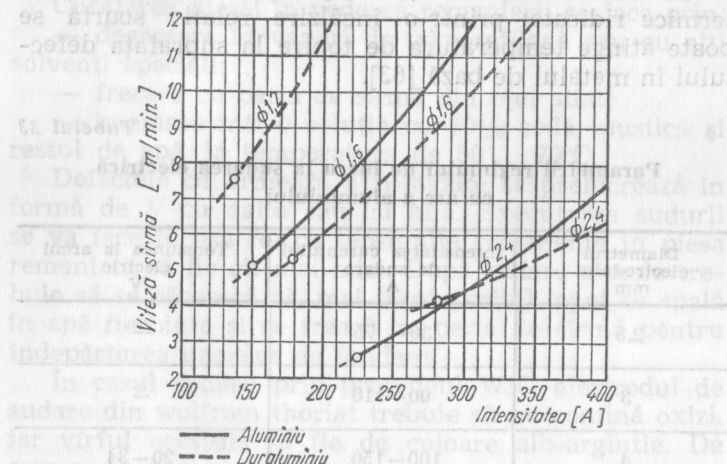


Fig. 80. Parametrii regimului de sudare a aluminiului și aliajelor de Al.

formarea condițiilor de dizolvare ale oxidului de aluminiu, precum și la evitarea oxidării exagerate a băii de metal lichid. Temperatura de topire a zgurei provenite din înveliș trebuie să fie sub cea a metalului de bază și a metalului de adaos. Zgura rezultată trebuie să fie activă în tot timpul procesului de sudare. La sudarea în curent continuu se va folosi polaritate inversă. Intensitatea curentului de sudare se alege în funcție de grosimea peretelui în care este situat defectul de turnare. Lungimea arcului electric trebuie să fie minimă ($l_a \leq d_e$). În timpul sudării electrodul se

menține perpendicular pe suprafața defectului, iar deplasarea se va face fără oscilații transversale. Viteza de sudare va fi $v_s = 0,12 \dots 0,6$ m/min. Depunerea stratului următor se face numai după o bună curățire a stratului anterior. Etanșeitățile cusăturii sudate se poate controla cu lichide penetrante (se poate folosi și petrolul). În cazul depistării unor defecte sub formă de fisură, acestea se pot pregăti similar cu pregătirea folosită pentru fisurile existente.

La sudare, pot apărea fisuri noi în cusătură sau în apropierea acesteia. În acest caz, locul respectiv se va prelucra cu dalta și pila și apoi se va resuda. Sudarea repetată în același loc dacă este executată corect nu înrăutățește calitatea îmbinării. Pentru a evita topirea excesivă a metalului de bază sudarea se va efectua cu electrozi subțiri cu arc scurt și intensități de curent minime.

Gradul de încălzire a piesei ce urmează a fi remaniată joacă un rol important, deoarece el influențează viteza de încălzire și răcire a metalului în cursul sudării. Viteza instantanee de răcire a metalului pe axa cusăturii în cazul depunerii de straturi de sudură pe un corp masiv este dată de relația

$$v_r = 2\pi\lambda v_s \frac{(T_t - T_0)^2}{q} \text{ [grd/s]}, \quad 19$$

în care: λ — este coeficientul de conductibilitate termică, în cal/cm·s·grd;

q — puterea efectivă a arcului, în cal/s;
 T_t — temperatura de topire a metalului, în °C;

T_0 — temperatura metalului la începutul sudării, în °C;

v_s — viteza de sudare, în cm/s.

Din efectuarea calculelor după relația (19) rezultă că în cazul remanierii prin sudare a unui defect de turnare la o piesă din aliaj de aluminiu, dacă se aplică o preîncălzire la temperatura de 300°C se poate reduce viteza de răcire aproape la jumătate [42].

Compoziția chimică a fluxurilor recomandate pentru sudarea cu flacără oxiacetilenică a pieselor turnate din aliaje de aluminiu este: 30—45% clorură de sodiu; 30—50% clorură de potasiu; 10—15% clorură de titan; 10—18% clorură de bariu; 5—10% fluorură de sodiu; 5—15% fluorură de potasiu (la unele fluxuri se mai adaugă sulfat acid de sodiu, fluorină sau criolit).

5.7.2. Remanierea pieselor din aliaje de cupru

Sudarea pieselor din cupru și aliajele sale se realizează bine și satisfăcător prin aproape toate procedeele cunoscute în prezent. Trebuie ținut seama însă de faptul că existența în cupru a oxigenului repartizat sub formă de Cu_2O provoacă fragilitatea metalului și formarea fisurilor, care la sudare apar în zona de trecere dintre cusătură și metalul de bază. În procesul de sudare influențează nu numai oxigenul dizolvat în cupru ci și oxigenul absorbit din atmosferă și din sîrma de adaos. Oxizii formați pe suprafața băii de metal lichid, fiind de culoare albastră sau închisă spre negru se pot ușor observa și îndepărta pe cale mecanică. Obținerea unei suduri fără pori în piesele turnate din aceste aliaje este îngreunată de faptul că, cuprul dizolvă ușor gazele din arcul electric.

Sudabilitatea alamelor este influențată în mare măsură de evaporarea zincului, care fierbe la temperatura de 907°C și începe să se evapore vizibil încă de la temperatura 600°C, ceea ce conduce la scăderea con-

ținutului de Zn în cusătura sudată. Pierderile de Zn pot fi reduse prin folosirea metalului de adaos cu conținut de fosfor, aluminiu și în special de siliciu.

În practică, alama se sudează în mod obișnuit prin metoda oxiacetilenică folosind flacără cu exces de oxigen în proporție de 30...50% față de flacăra neutră. Excesul de oxigen contribuie favorabil la reducerea evaporării zincului din cusătura sudată. Flacăra corect reglată se poate aprecia după dispariția vaporilor albi de oxid de zinc și prin topirea lentă a alamei.

Ca metale de adaos sînt folosite vergele sau sîrme de alamă cu un adaos de Si, P, Sn, Ni, Al și Ag. Sîrma obișnuită de alamă livrată în mod curent nu este potrivită pentru a fi utilizată la sudare.

Sudarea pieselor turnate de alamă cu defecte, în general, nu prezintă dificultăți deosebite. De regulă, se recomandă preîncălzirea piesei la temperatura de 400...500°C, iar după sudare, răcirea acestuia în aer liber. Fluxurile folosite în cazul sudării cu flacără oxiacetilenică sînt similare cu cele folosite pentru sudarea cuprului și sînt constituite din: 20—100% borax; 10—80% acid boric; 10—20% sarea gemă; 10—15% fosfat acid de sodiu; 5—20% carbonat de potasiu și 10—15% acid silicilic.

În cazul pieselor turnate din bronz sudabilitatea defectelor de turnare depinde de felul și conținutul procentual al componentilor aliajului, precum și de metoda de sudare aplicată. Bronzurile cu conținut de peste 10% Pb sînt considerate nesudabile deoarece plumbul mărește considerabil fragilitatea bronzurilor la cald. Foarte greu sudabile sînt și bronzurile pe bază de Sn, aliate cu Zn și Pb, precum și unele tipuri de bronz cu aluminiu. În cazul tuturor procedeeleor de sudare a bronzurilor prin topire se urmărește obținerea

calității a aliajului în cusătură ca a metalului de bază. Pentru aceasta, de regulă se folosește metal de adaos obținut prin turnare în forme de amestec de formare sau în forme metalice. La remanierea prin sudare a retasurilor suflurilor sau fisurilor, metalul de adaos nu trebuie să difere mult în ceea ce privește culoarea de metalul de bază, motiv pentru care, la alegerea metalului de adaos este necesar să se țină seama de faptul că se produce oxidarea elementelor lui și prin aceasta se modifică culoarea metalului depus. Se recomandă folosirea bronzului cu exces de elemente oxidabile.

Pentru stabilirea tehnologiei de sudare se impune înlăturarea tuturor defectelor pînă la metalul fără defecte. După ce au fost îndepărtate și resturile de amestec de formare se va proceda la pregătirea marginilor locului unde s-a îndepărtat defectul, precum și la alegerea tehnologiei și a regimului de sudare. Pregătirea similară se face și în cazul defectelor de turnare incompletă. În cazul suflurilor perforate sau la sudarea unor deschideri mari în piesă, unde există pericolul scurgerii metalului încărcat se va efectua o pregătire specială, cu argilă refractară, nisip uscat, plăci de grafit sau de azbest. În cazul deschiderilor foarte mari uneori este necesar să se folosească garnituri de oțel, așa cum se indică în fig. 81. Sudarea trebuie efectuată astfel încît garnitura de oțel să nu fie topită la depunerea cordoanelor de sudură.

Deoarece bronzul are conductibilitate termică ridicată, în procesul de sudare apar tensiuni mari și se pot produce fisuri în Z.I.T. (fig. 82). Pentru a reduce tendința de apariție a fisurilor se recomandă preîncălzirea pieselor, în special a celor complicate și cu pereți subțiri.

Temperatura de preîncălzire se alege în funcție de compoziția metalului de bază, în limite de 500 ... 600°C, cu puțin mai înaltă decît temperatura de recrystalizare.

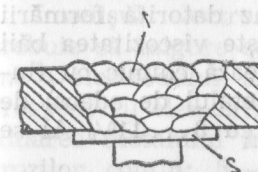


Fig. 81. Remanierea deschiderilor mari:
1 — cordoane de sudură;
2 — garnitură de oțel.

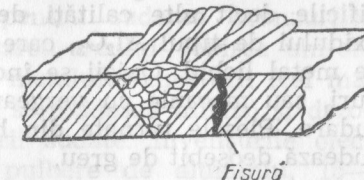


Fig. 82. Fisură lângă sudură.

În funcție de greutatea și gabaritul piesei de remaniat se aplică următoarele tipuri de încălziri: locală cu arzător, în cuptor cu gaze sau mangal și în cuptor electric. În cazul cînd piesa este foarte mare, pentru încălzirea generală se execută un cuptor special din cărămidă avînd dimensiunile și forma funcție de piesa respectivă, așa cum se poate observa în fig. 83.

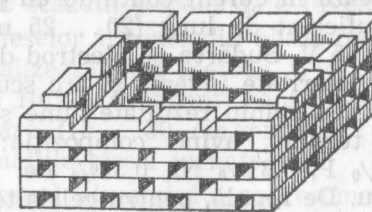


Fig. 83. Cuptor înzidit.

În timpul încălzirii piesa nu trebuie răsturnată, iar după sudare răcirea trebuie să fie lentă pînă la temperatura de recrystalizare; apoi, în funcție de compozi-

ția metalului de bază piesa se va supune tratamentului termic.

La sudarea cu gaz, bronzurile cu aluminiu sînt mai dificile decît alte calități de bronz datorită formării oxidului de tipul Al_2O_3 , care mărește viscozitatea băii de metal lichid. Oxizii se îndepărtează chimic cu fluxuri, sau mecanic cu vergea (metalul de adaos) de sudare. Piese turnate din bronz cu 8...11% Al se sudează deosebit de greu.

Pentru sudarea acestor bronzuri se pot folosi fluxurile destinate sudării cuprului sau un flux cu următoarea compoziție: 45% KCl; 20% NaCl; 20% KF și 15% NaF. Dacă piesa are mai multe defecte, se vor suda în primul rînd cele mai mari și la urmă cele mici. În cazul sudării fisurilor lungi și adînci se recomandă așezarea înclinată a piesei sub un unghi de 10...15° față de orizontală; sudarea trebuie să se execute în mod urcător. Sudarea oxiacetilenică a pieselor de bronz se execută prin procedeul la stînga. Piese din bronz se pot suda cu arc electric, atît cu electrod nefuzibil (din cărbune sau wolfram) cît și cu electrod fuzibil. De regulă, se sudează în curent continuu cu polaritate directă și arc suficient de lung (20...25 mm), cu tensiune $U_a=40-45$ V. Sudarea cu electrod de cărbune se efectuează cu polaritate inversă și arc scurt. La sudarea bronzurilor cu staniu rezultate bune se obțin folosind vergele turnate, avînd compoziția: 3,18% Sn, 8,9% Zn, 0,2% P, 0,31% Ni, 0,32% Fe, 5,85% Pb și restul % cupru. De regulă, pentru celelalte bronzuri se folosesc vergele turnate de aceeași compoziție cu a metalului de bază. În cazul sudării cu electrod metalic învelit, în curent continuu se va folosi polaritate inversă, iar în curent alternativ un generator de înaltă frecvență pentru stabilizarea arcului.

Pregătirea locului de sudare a pieselor turnate din bronz este similară cu pregătirea locului de la piesele din alamă și fontă.

Invelișul electrozilor pentru sudarea bronzurilor trebuie să asigure stabilizarea arcului, topirea uniformă a electrodului, alierea metalului cusăturii (cel mai frecvent cu elemente care se oxidează intens) și deoxidarea metalului îmbinării sudate. Invelișurile electrozilor conțin: 5—50% pulbere de aluminiu, 15—65% praf de marmură, 10—25% mangal, 5—25% clorură de potasiu, 5—30% clorură de sodiu, 10—15% borax, 15—25% fluorură și diferite feroaliaje.

Pentru sudarea manuală cu arc electric a defectelor pieselor turnate din bronz, ca rotoiri de turbine și pompe, corpuri de vană, elice de navă etc. se folosesc cu succes electrozii Castolin 285. Caracteristicile metalului depus sînt: rezistența la tracțiune 320—350 N/mm, alungirea 20—25%, duritatea în jur de 100 HB. Se recomandă sudarea cu preîncălzire la 300°C. La sudare, arc electric se va menține cît mai scurt, cu intensitate de curent scăzută și polaritate inversă (CC+).

Sudarea pieselor turnate din aliaje de magneziu, în general se realizează prin metoda WIG, care permite: să se elimine fluxul decapant; să se folosească viteze mari de sudare (15...30 cm/min); să se reducă la minim deformările piesei turnate.

Ca și în cazul aluminiului se recomandă folosirea curentului alternativ. Piesa ce urmează a fi sudată trebuie degresată și pregătită corespunzător. Metalul de adaos se folosește de obicei sub formă de vergele turnate din același aliaj ca și piesa turnată. În timpul sudării, deoarece magneziul are tendințe puternice de

oxidare sub acțiunea oxigenului din atmosferă se recomandă măsuri speciale de protecție, eventual protecție cu argon și pe partea opusă.

5.8. REMANIEREA PRIN SUPRATURNARE

Remanierea defectelor sub formă de goluri mari în piesele turnate prin completare cu metalul lichid este cunoscută de foarte mult timp și în unele cazuri de neînlocuit. Această metodă este eficientă în special la piesele mari, pentru a căror remaniere a defectelor este necesar un volum mare de metal lichid. Piesele cu umplere incompletă, crăpături etc., indiferent de forma lor pot fi remaniate prin turnarea suplimentară a cantității de metal necesară. Deși supraturarea este destul de dificil de executat și uneori foarte costisitoare în anumite situații devine rentabilă. Metalul supraturat în locul de remaniat se poate obține cu structură și compoziție chimică similară cu a metalului de bază și va avea desigur caracteristici mecanice sensibil egale. Procedul asigură în general o îmbinare de bună calitate și se aplică în special la remanierea pieselor turnate din fontă. Principiul metodei se prezintă în fig. 84.

Locul cu defect trebuie să fie pregătit îngrijit, cu prelucrare prin așchiere sau dăltuire și curățire atentă. Amplasarea piesei turnate trebuie să ușureze introducerea și evacuarea metalului lichid din forma special construită. În vederea remanierii se preîncălzește toată piesa la 300...600°C, iar locul cu defect la 750—950°C. Forma de turnare pentru completarea cu metal topit a locului defect se execută din miezuri sau din amestec de formare. În formă se execută un orificiu pentru scurgerea fontei lichide.

Metalul lichid trebuie să curgă prin formă, defect și orificiu citeva secunde pentru a încălzi metalul piesei turnate până la topirea superficială a pereților defectului. Când se constată că piesa a fost încălzită sufi-

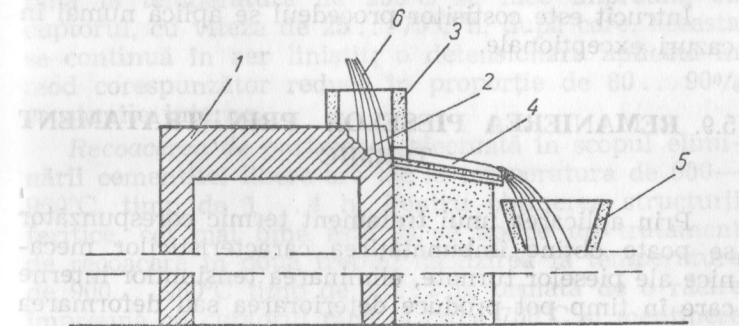


Fig. 84. Schema procedului de supraturare:

1 — piesa cu defect; 2 — defectul; 3 — forma; 4 — orificiu de canal de scurgere; 5 — oală; 6 — metal lichid.

cient (verificarea se face prin palpăre cu o sîrmă de oțel) se întrerupe curgerea fontei din formă astupind orificiul cu amestec refractar. Topirea superficială optimă a locului cu defect depinde de viteza cu care metalul curge prin formă, la început ea trebuind să fie mai mare. Uneori se fac scurte întreruperi ale alimentării cu fontă lichidă pentru a permite pătrunderea căldurii din fonta lichidă în piesa turnată. În mod obișnuit pentru topirea superficială a locului cu defect este necesară fontă lichidă în cantitate de 5—8 ori mai mare decât cantitatea corespunzătoare volumului părții cu defect. Fonta de completat se recomandă să aibă conținut ceva mai mare de C și Si. După remaniere, pentru eliminarea tensiunilor se recomandă tratament termic de detensionare. Executarea remanierii prin su-

praturare necesită îndeminare și experiență practică. Metoda poate fi aplicată cu bune rezultate la remanierea pieselor mari turnate din aliaje de aluminiu, fontă și oțel.

Intrucât este costisitor procedeul se aplică numai în cazuri excepționale.

5.9. REMANIEREA PIESELOR PRIN TRATAMENT TERMIC

Prin aplicarea unui tratament termic corespunzător se poate obține îmbunătățirea caracteristicilor mecanice ale pieselor turnate, eliminarea tensiunilor interne care în timp pot produce deteriorarea sau deformarea gravă a pieselor respective.

În producția de piese turnate de fontă se aplică următoarele tipuri de tratament termic: recoacere, recoacere cu normalizare, recoacere cu grafitizare. În timpul răcirii pieselor cu forme și grosimi diferite ale pereților, în ele iau naștere tensiuni interne. Piese turnate care urmează să fie prelucrate, pentru a-și menține precizia dimensiunilor obținute din prelucrare fără deformări ulterioare vor fi supuse unui tratament de detensionare. Temperatura și timpul de detensionare depind de compoziția chimică a fontei precum și de forma și grosimea pereților piesei turnate. Pentru piesele din fontă cenușie modificată, temperatura de detensionare este cuprinsă între 550...600°C. Pentru determinarea timpului de menținere a piesei la temperatura de detensionare se are în vedere grosimea pereților; pentru o grosime de 25 mm, timpul va fi de minimum 1 h. Detensionarea la temperaturi mai înalte decât cele indicate mai înainte poate produce grafiti-

zarea și sferoidizarea perlitei; acest fenomen poate avea loc la temperaturi de 550...600°C, funcție de compoziția chimică. Pentru evitarea tendinței de formare a noi tensiuni încălzirea se face încet. Răcirea până la temperatura de 250°C se face împreună cu cuptorul, cu viteza de 25...75°C/h, după care, aceasta se continuă în aer liniștit; o detensionare aplicată în mod corespunzător reduce în proporție de 80...90% tensiunile interne.

Recoacerea de grafitizare efectuată în scopul eliminării cementitei libere are loc la temperatura de 900—960°C, timp de 1...4 h. Pentru obținerea structurii feritice, cel mai bine este să se aplice un tratament de recoacere în două trepte: încălzirea la temperatura de 900...960°C timp de 1...2 h, urmată de o răcire împreună cu cuptorul până la circa 700°C și menținere timp de câteva ore la această temperatură.

În fabricația de piese turnate din oțel nealiat se aplică detensionarea, normalizarea, omogenizarea și recoacerea de înmuiere. Detensionarea se face la temperatura de 550...690°C, în care scop creșterea temperaturii se face lent, cu viteză de circa 30°C/h. Timpul de revenire depinde de grosimea pereților piesei turnate.

Normalizarea se face în scopul obținerii unei structuri uniforme, precum și pentru îmbunătățirea proprietăților mecanice. Tratarea se face la temperatură cu 30...50°C peste A_{c3} , suficientă pentru realizarea transformării de fază. Timpul de încălzire este ceva mai îndelungat decât la recoacere.

Omogenizarea are drept scop realizarea uniformizării compoziției structurii grăunților metalului de bază din care este turnată piesa; acest tratament are loc la 150...200°C peste linia de transformare (1 000...

1250°C). Timpul de menținere la această temperatură este de 2...20 h, dar în anumite situații poate fi necesar să ajungă la 40 h.

Recoacerea de înmuiere se aplică cel mai frecvent pieselor de oțel turnat cu conținut mare de carbon, în scopul obținerii unei prelucrabilități mai bune. Acest tratament constă în încălzirea pieselor turnate la o temperatură de 725...728°C pe o durată destul de îndelungată (circa 40 h) și răcire lentă. Pentru oțelurile cu un conținut de carbon până la 0,9% temperatura pieselor nu trebuie să depășească 750°C. La piesele turnate din oțeluri înalt aliate cu Cr sau oțeluri inoxidabile, temperatura de încălzire este de 800...850°C, apoi răcirea trebuie să fie foarte lentă.

Referitor la piesele turnate din aliaje de cupru, tratamentul termic are o importanță deosebită. La fabricarea pieselor turnate din bronz cu aluminiu, călirea are ca scop obținerea soluției solide suprasaturate. Temperatura de călire este de 850...900°C, cu răcire în apă. Temperatura de revenire este de 450...500°C, iar timpul de menținere de 8...12 h.

Pieselor turnate din aliaje de aluminiu de regulă li se aplică în general un tratament termic care constă din călire și revenire.

6. REMANIEREA PRIN PROCEDEE CHIMICE

Din analiza categoriilor de defecte situate în piesele turnate prezentate în tabelele 1—7 rezultă că cele plasate pe suprafața brută (neprelucrată) și la interiorul pieselor turnate care produc neetanșeități reprezintă o pondere importantă. La unele piese turnate din cadrul armăturilor industriale, pompelor, turbinelor motoarelor cu combustie internă, compresoarelor, problema remanierii defectelor care determină neetanșeitățile este foarte importantă. Neetanșeitățile la o piesă turnată este consecință a microretasurilor și porozităților de contracție existente în materialul din care s-a executat piesa turnată. Multe piese turnate cu pereți subțiri supuse la proba de presiune hidraulică prezintă neetanșeități, care se manifestă sub formă de scădere a presiunii sau de picături („transpirație”) pe suprafața cu defecte. De regulă, constatarea defectelor de neetanșeități are loc în faza finală a fabricației, după prelucrări mecanice, când decizia de rebutare devine mult mai costisitoare. Această decizie se pronunță uneori chiar dacă din punct de vedere al rezistenței mecanice piesa neetanșă se încadrează în limitele admisibile. În asemenea cazuri remanierarea defectelor de neetanșeități se poate face prin utilizarea procedeelor de impregnare cu diferite soluții.

Pentru remanierarea defectelor situate pe suprafața brută ce nu se prelucrează, care nu influențează pro-

prietățile mecanice ale piesei turnate dar reduc estetica și în special aspectul comercial se aplică diferite procedee de chituiture.

6.1. REMANIEREA PRIN IMPREGNARE

Piese turnate care prezintă în pereții lor microretasuri sau sufluri și care la încercările la presiune (hidraulică sau pneumatică) nu rezistă, prezentând „zonă de transpirație” (picături mici de lichid pe pereții piesei) se remaniează prin impregnare. Procesul de impregnare constă în refularea în piesele turnate a unor substanțe care se întăresc în zonele rarefiate ale metalului, asigurând astfel menținerea presiunii ce se exercită din interior asupra pereților piesei în timpul utilizării [58].

Defectele remaniabile prin impregnare sînt determinate în majoritatea cazurilor de construcția necorespunzătoare a piesei turnate sau de alimentarea insuficientă cu metal lichid a nodurilor termice în timpul turnării, defectele fiind legate de fenomenul de contracție ce are loc în piesa turnată.

Procesul de impregnare a pieselor turnate este prezentat schematic în fig. 85. Piesa poate să aibă sufluri străpunse și sufluri nestrăpunse care se remaniează prin impregnare.

Cheltuielile legate de etanșarea prin impregnare sînt relativ mici față de costul pieselor remaniate. Etanșarea prin impregnare permite în același timp soluționarea unor probleme de coroziune, cum sînt:

- previne apariția coroziunii simple care are loc sub influența agenților chimici în zonele rarefiate ale piesei;

- protejează împotriva coroziunii electrolitice în cazul a două sau mai multe metale diferite plasate într-un mediu umed acid sau bazic;

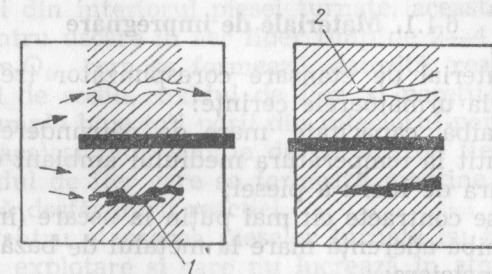


Fig. 85. Procesul de impregnare:

1 — sufluri străpunse; 2 — sufluri nestrăpunse.

- mărește durabilitatea învelișurilor galvanice, deoarece în pori nu există compuși care ar putea să provoace coroziune;

- ajută la prevenirea coroziunii bacteriologice a pieselor turnate; aceasta în special la piesele care se livrează în regiuni tropicale.

La aplicarea remanierii pe cale chimică trebuie să se țină seama de faptul că prin impregnare nu pot fi remaniate defectele care atrag scăderea proprietăților mecanice ale pieselor turnate, asemenea defecte determinînd în majoritatea cazurilor rebutarea pieselor în cauză.

Pot fi impregnate piesele turnate din toate tipurile de aliaje, prin adaptarea corespunzătoare a tehnologiei și a mijloacelor de etanșare.

Defectele de tipul crustelor, crăpăturilor sau incluziunilor de zgură pot fi remaniate prin impregnare, deoarece apar în piesa turnată în mod discontinuu și nu

încep întotdeauna de la suprafața piesei turnate, astfel încît, chiar după prelucrarea mecanică, acestea nu pot fi umplute cu materialul de etanșare.

6.1.1. Materiale de impregnare

Un material de etanșare corespunzător trebuie să răspundă la următoarele cerințe:

- să aibă capacitate mare de pătrundere și de umezire, atît la temperatura mediului ambiant cît și la temperatura de lucru a piesei;

- să se contracte cît mai puțin la uscare (întărire);

- să aibă aderență mare la metalul de bază și tendință de înclieiere;

- să nu fie toxic, nici în timpul impregnării și nici după etanșare la prelucrare;

- să aibă durabilitate mare (durată mare de păstrare);

- să prezinte rezistență ridicată la acțiunea agenților chimici, respectiv să fie neutru din punct de vedere chimic pentru a nu provoca efecte de coroziune; pH-ul materialului de etanșare prezintă importanță deosebită la remanierea pieselor din aliaje ușoare;

- să aibă plasticitate bună, deoarece în caz contrar, influențează negativ etanșeitatea pieselor și în special a acelor care sînt expuse la lovituri sau vibrații în exploatare;

- trebuie să fie ușor de aplicat și cît mai ieftin.

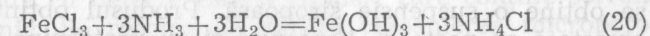
Rășinile sintetice modificate în diferite amestecuri oferă, în ultimul timp, posibilități largi de impregnare a pieselor turnate neetanșate.

În continuare se dau cîteva moduri și soluții de materiale de etanșare mai des folosite:

1) Impregnarea pieselor turnate cu soluție pe bază de oxid feros sub presiune de 6—10 at se dovedește a

fi eficientă și foarte ieftină. Emulsia folosită pentru etanșare se compune din: 5—6% clorură de fier (FeCl_3), 3—4% azotat de sodiu (NaNO_3), 7—9% oxid de fier Fe_2O_3 măcinat și 82—84% apă. După evacuarea emulsiei din interiorul piesei turnate, aceasta se menține pentru uscare în aer liber timp de 2—4 h. Oxidul feros Fe_3O_4 , care se formează datorită reacției între azotatul de sodiu, oxidul de fier și pereții piesei de fontă, umple bine toți porii din interiorul pereților piesei. În același timp soluția de clorură de fier FeCl_3 și hidroxidul de fier care se formează menține aciditatea necesară desfășurării reacției.

2) Pentru etanșarea pieselor turnate cu importanță mică în exploatare și care nu lucrează în atmosferă de vapori de apă poate fi folosit hidroxidul de fier. Acesta se obține din amestecul de soluții saturate de clorură de fier FeCl_3 și amoniac (NH_3) în apă. Hidroxidul de fier se formează după reacția



umple porii și asigură astfel etanșeitatea piesei turnate. De asemenea, se recomandă și soluția apoasă cu 4...6% clorură de amoniu (NH_4Cl). Piese turnate sînt cufundate în soluție sau impregnate sub presiune de 5—10 at, după care se usucă în aer timp de circa 24 h.

3) O grupă mare de materiale de etanșare sub formă de amestecuri sînt bazate pe silicat de sodiu. Aceste amestecuri sînt folosite datorită costului scăzut și simplității operației de impregnare. În aceste soluții, de regulă, se introduc materiale cum sînt: hidroxidul de sodiu, sulfații hidratați de Mg, Al și Cu, oxizii de Pb, Fe și Si, prafuri metalice, minerale etc.

Hidroxidul de sodiu singur, ca material de impregnare, se folosește rar, deoarece are contracție mare și

reacționează cu zincul, aluminiul și magneziul. Datorită conținutului de apă (circa 5%) se produc la suprafață porozități. Silicatul de sodiu în piesele aflate în mișcare provoacă forțe de fricțiune între grăunții formați și dă naștere la uzură puternică, cauzată de abraziunea ce are loc între piese.

Preparatul livrat de întreprinderea „Victoria” București sub denumirea de Hasmesil, conține: 90% silicat de sodiu (SC sau SD), 5% bentonită de turnătorie, 0,5% sare de degresare (SD_1), 2% rășină fenolformaldehidică (novolac), 0,5% hexametilentetramină (urotropină), 1% azbest și 1% oxid de fier. Acest produs se recomandă pentru piesele din fontă și oțel.

Bentonita cu apă în proporție de 1:2 este bine amestecată, obținându-se o pastă consistentă, care apoi se amestecă cu azbestul și oxidul de fier. Paralel, într-un vas se dizolvă sarea de degresare în raport de 1:3 în care se adaugă novolacul și se încălzește pînă se obține o suspensie siropoasă. Produsul obținut se amestecă cu pasta de bentonită și cu urotropina dizolvată în apă timp de 30 minute. Diluarea pastei cu silicat de sodiu se realizează într-un recipient prevăzut cu agitator, timp de circa 2 h.

4) Preparatul polonez cu denumirea de Hermasol este un lichid de culoare brun-închisă, avînd densitatea de 1,42—1,48 g/cm³. Compoziția chimică a preparatului constă dintr-o suspensie de oxizi de fier cu magneziu și cupru în silicatul de sodiu, cu un mic adaos de fluorsilicat de sodiu. Suspensia constituie factorul principal în procesul de tanșare, deoarece umple porii metalului, formînd un sistem complex de oxizi foarte rezistenți la presiune și temperatură (la 500 at și 400°C). Procesul de etanșare este de natură mecanică și chimică deoarece microporii sînt astupați dato-

rită infiltrării în ei a suspensiei de oxizi, care la temperaturi mai înalte reacționează chimic cu silicatul de sodiu.

Se subliniază faptul că etanșarea prin impregnare trebuie să se facă obligatoriu după degresare. Păstrarea mai îndelungată în magazie a pieselor turnate degresate provoacă oxidarea acestora, care astupă parțial sau total microporii, îngreunînd etanșarea prin pătrunderea preparatului. Impregnarea ulterioară nu asigură etanșeitatea completă a piesei turnate. Eliminarea excesului de preparat de etanșare se face prin spălare cu apă, după care urmează controlul etanșării prin încercare la presiune.

5) Etanșarea pieselor turnate prin utilizarea cleiului carbinolic este aplicată cu succes în multe turnătorii din U.R.S.S.

Cleiul carbinolic, utilizat pentru etanșarea pieselor turnate cu defecte este o emulsie care conține solvent organic. Se recomandă pentru remanierea microporozităților în piesele turnate din fontă, oțel și din aliaje neferoase. Piesele turnate și etanșate cu ajutorul acestui clei pot lucra în medii ce conțin amestecuri de carburanți, uleiuri, cît și soluții apoase de acizi și baze. Rezistă la temperaturi de funcționare pînă la 200°C.

Cleiul carbinolic se prepară prin amestecarea a 30% benzen cu sirop carbinolic dens. Suprafețele cu defecte se acoperă cu clei și se usucă în aer cel puțin timp de trei zile. Aplicat la etanșarea cilindrilor pentru mașinile cu abur acest procedeu a dat rezultate bune în exploatare.

6) Dezvoltarea producției de rășini sintetice dă posibilitatea folosirii unor noi materiale de impregnare. Aceste materiale sînt folosite în două grupe mari:

— materiale de etanșare preparate din rășină și solvent, utilizate pentru etanșare la temperatura mediului ambiant; la acestea, polimerizarea are loc la temperatura ambiantă sub influența catalizatorilor;

— materiale de etanșare fără solvenți, care necesită în majoritatea cazurilor preîncălzirea pieselor turnate cît și a preparatului de etanșare; aceste soluții trebuie să fie introduse în locurile poroase sub presiune, pentru a asigura penetrarea lor deplină. Preîncălzirea se face la temperatura de 150—220°C, temperatură la care de fapt are loc polimerizarea materialului, care umple bine porii metalului de bază, iar contracția în timpul uscării este redusă.

Materialele de umplutură folosite în soluții sub formă de suspensie, cum sînt oxizii de Cu, Pb și Al sau pulberile de Fe, Cu, Sn sau Pb, au un efect pozitiv deoarece măresc rezistența mecanică și reduc contracția.

Dintre materialele plastice recomandate pentru a fi folosite la impregnarea pieselor turnate, fac parte:

— rășinile epoxidice, care se caracterizează printr-o mare fluiditate chiar la temperaturi normale;

— rășinile fenol-formaldehidice, care nu conțin părți volatile și se caracterizează printr-o mare viscozitate;

— rășinile poliesterice;

— rășinile de ureo-formaldehidice;

— rășinile siliconice, a căror principală deficiență este prețul ridicat;

— lacurile fenol-formaldehidice (de bachelită).

Rășinile enumerate pot fi folosite pentru etanșarea pieselor turnate care lucrează la temperaturi pînă la 150...220°C și presiuni de ordinul zecilor de atmosfere.

7) Cel mai des folosite sînt rășinile poliesterice, care au avantajul că rezistă la presiuni mari (pînă la 1 000 at).

În stare solidificată materialele epoxidice au proprietăți mecanice, electrice și chimice bune sînt foarte rezistente la îmbătrînire, coroziune, la acțiunea solvenților, uleiurilor și carburanților. În afara altor cerințe, aceste materiale prezintă una din cele mai importante caracteristici cerute de remanierea defectelor pieselor turnate, aderență bună la metale [15].

Alegerea corectă a preparatului de etanșare depinde de felul defectului (neetanșetății) și de destinația piesei turnate remaniate, adică de cerințele pe care trebuie să le satisfacă piesa turnată în timpul folosirii ei, în funcționarea de durată.

8) Lacurile de bachelită sînt folosite pentru etanșarea pieselor turnate care funcționează la temperaturi sub 250°C și la presiuni sub 20 at. La producția de unicate și serie mică lacul de bachelită diluat cu 40...45% alcool etilic (spirt) (85%) se introduce cu o pompă la presiuni de 10...30 at, separat în fiecare piesă. În prealabil din piesă apa se elimină complet prin încălzire 2...3 h la 150...200°C. Piesa se ține sub presiune (pînă ce la suprafața piesei apare lacul de impregnare), de regulă 15...16 min. După impregnare, piesa se șterge cu spirt sau acetona și se lasă să se usuce 1,5...2 h în aer liber. Lacul intrat în porii piesei trebuie întărit prin tratamentul termic de polimerizare, după regimul indicat în fig. 86 [12].

Răcirea se face odată cu cuptorul pînă piesa ajunge la 30...35°C. Un tratament termic corect executat se poate recunoaște după faptul că o bucată de vată înmuiată în alcool nu se colorează la frecare pe o peliculă fierbinte de bachelită.

În cazul pieselor cu porozități mari se pot folosi cu bune rezultate două impregnări consecutive după regimul indicat anterior.

9) Materialul de etanșare de fabricație germană și livrat sub denumirea de Dichtol, datorită calităților pe

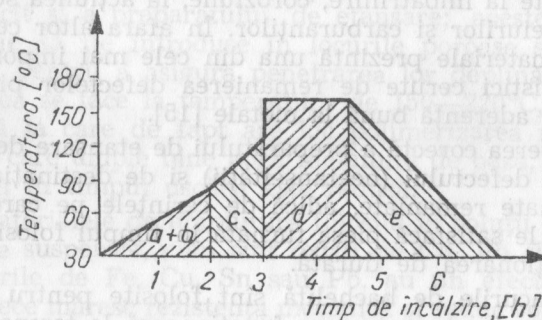


Fig. 86. Regimul de tratament termic al pieselor impregnate cu lac de bachelită:

a — încărcarea în cuptor la 25—35°C; b — încălzire la 80—100°C timp de 2 h; c — încălzire de la 80—100°C la 130—150°C timp de 1 h; d — încălzire la 160—180°C timp de 1,5 h; e — răcirea pînă la 35—30°C în cuptor.

care le prezintă este utilizat la remanierea pieselor turnate pentru un domeniu larg de fabricație, cum sînt: în fabricile de motoare, pentru pompe, turbine, vapoare, utilaj petrolier, chimic și tehnologic. Materialul are pătrundere mare, contracție mică, aderență foarte bună și poate fi aplicat cu pensula.

Eficacitatea este importantă cînd se folosește prin cufundare, deoarece piesele sînt etanșate complet iar suprafețele netede obținute pot servi simultan și ca grund de protecție. Vasul în care se face operația de cufundare trebuie să fie emailat sau confecționat din tablă de aluminiu. Timpul de menținere a pieselor în

materialul de etanșare este de 15—20 min; pentru întărirea superficială sînt necesare 1—2 min, iar pentru întărirea în adîncime circa 3 zile. După întărire materialul rezistă la o presiune de 85...90 at și la temperaturi cuprinse între —30°C și 350...400°C.

După solidificarea completă materialul are o rezistență bună față de acțiunea diferiților agenți chimici, cu excepția vopselei pe bază de nitrolac. Materialul fiind inflamabil, se impune ca încăperea în care se lucrează să fie bine aerisită.

6.1.2. Tehnologia de impregnare

Condiția de bază pentru realizarea unei etanșări de bună calitate este efectuarea unei pregătiri corespunzătoare a piesei cu defecte și folosirea preparatului de etanșare optim. Operația preliminară comună tuturor tehnologiilor de impregnare este buna curățare a piesei. Alegerea și aplicarea procedeelor de curățare depinde în primul rînd de felul pieselor turnate, precum și de cerințele referitoare la calitatea etanșării. Cel mai frecvent se folosește curățarea mecanică, prin sablare cu alicie sau prin curățire cu perii din sîrmă de oțel.

Se impune în mod necondiționat îndepărtarea grăsimilor de pe piesă și în special de pe părțile destinate etanșării. Degresarea se face, de regulă, prin încălzirea pieselor turnate în atmosferă oxidantă la temperatura de 220...250°C, timp de 2...4 h. Piese turnate se spală apoi în soluție apoasă de săpun după care sînt uscate la temperatura de peste 100°C, necesară eliminării urmelor de umiditate. În cazul pieselor voluminoase operația de degresare se poate face folosindampoane saturate cu solvenți organici.

Acolo unde piesa se prelucrează mecanic, de regulă etanșarea prin impregnare se efectuează după ce s-a

terminat prelucrarea prin aşchiere, pentru a remania în prealabil toate defectele care sînt scoase la iveală prin această operaţie.

Suprafaţa pieselor turnate din aliaje uşoare, cum sînt cele cu bază de aluminiu se decapează după degresare în baie de crom. Prin aceasta se măreşte gradul de aderenţă a materialului de etanşare. Înainte de remaniere piesele se cufundă în întregime sau parţial în baia de crom preîncălzită la temperatura de 45—65°C, timp de minimum 20 min. Piese turnate decapate trebuie apoi spălate cu jet de apă rece şi uscate, preîncălzindu-le în cuptor sau într-un uscător special construit la temperatura de minimum 100°C.

După impregnare, acolo unde condiţiile de lucru ale piesei permit se recomandă ca suprafeţele etanşate să nu fie spălate deoarece stratul de material de etanşare rămas măreşte rezistenţa la coroziune şi îmbunătăţeşte aspectul exterior. Cînd suprafeţele pieselor trebuie să rămînă curate după impregnare se impune spălarea acestora prin injectare cu preparate corespunzătoare. De exemplu, la piesele impregnate cu lac de bachelită curăţarea se face cu spirt denaturat iar la impregnare cu răşini epoxidice, acetonă.

Materialele de impregnare pe bază de silicat de sodiu se pot spăla cu apă şi solvent. Dacă forţele de atracţie intermoleculară în vase capilare ce au loc în pori sînt mari, atunci, ca rezultat al acţiunii spălării, materialul de etanşare nu este eliminat prin spălare; în caz contrar, el poate fi parţial eliminat. Dacă se folosesc solvenţi care au tendinţa de a forma soluţii cu răşină, concentraţia acesteia în soluţie scade ca rezultat al fenomenului de dizolvare. Pentru ca materialul de etanşare să nu se degradeze durata ciclului de impregnare este foarte importantă datorită fenomenului

lui de dizolvare. Spălarea pieselor turnate impregnate prezintă importanţă deosebită în stabilirea ciclurilor automate de etanşare în procesele automate.

Piese turnate etanşate prin impregnare sînt supuse operaţiei de control prin verificare la presiune cu apă, care trebuie să fie $(1,1 \dots 1,25)p$, în care p este presiunea de regim. Dacă se constată neetanşetate, piesele respective pot fi supuse la impregnări repetate.

6.1.3. Procedee de impregnare

Presiunea în procesul de etanşare prin impregnare poate acţiona din exteriorul, din interiorul sau din ambele părţi ale piesei turnate.

Impregnarea cu presiune din ambele părţi ale piesei turnate este o metodă mai veche şi nu este folosită decît în mică măsură. În cazul acestei metode piesele se aranjează într-o autoclavă în care se introduce substanţa de etanşare pînă la umplerea completă a autoclavei, după care se aplică o presiune de 10—20 at pentru a împinge substanţa de etanşare în porii piesei turnate.

Contrapresiunea creată în bulele de aer rămase în defect tinde să împingă în afară substanţa de impregnare pentru etanşare.

Materialul de etanşare din autoclavă acoperă complet piesa turnată, iar presiunea din exterior împinge materialul în mijlocul porilor şi comprimă aerul reţinut în golul generat de defect. După ce presiunea a scăzut, aerul comprimat în defect se dilată împingînd în afară o anumită cantitate de material de etanşare.

Impregnarea cu presarea materialului de etanşare din interiorul piesei turnate se aplică în special la

etanșarea pieselor voluminoase. Procesul de etanșare este prezentat schematic în fig. 87, de unde rezultă că materialul de etanșare trece prin piesa turnată dator-

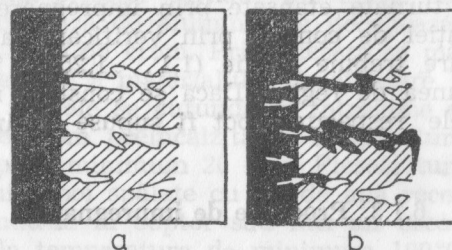


Fig. 87. Mecanismul etanșării:
a — înainte de presare; b — după presarea materialului de etanșare.

rită presiunii din interior spre exterior, deci materialul de etanșare se scurge în afara piesei turnate.

Piese turnate și pregătite pentru remaniere se montează în dispozitive speciale de prindere; orificiile de legătură cu exteriorul ale pieselor se astupă cu dopuri speciale, cu excepția celor de intrare și ieșire a substanței de etanșare. Materialul de etanșare se introduce în piesa turnată de regulă încălzit, ceea ce determină și creșterea temperaturii piesei. În continuare se închide orificiul de ieșire și se ridică presiunea pentru umplerea porilor din piesă cu materialul de etanșare dinspre interior spre exterior. În fig. 88 se prezintă schematic o instalație de impregnare.

Piesa turnată este fixată în dispozitivul instalației de impregnare în care este introdus preparatul de etanșare sub presiune. Pentru umplerea porilor și în special a celor mici, presiunea se menține chiar după ce materialul de etanșare a apărut pe suprafața exterioră;

ră; în acest moment se recomandă chiar o mică mărire a presiunii. Această metodă se aplică cu rezultate bune în cazul porozității uniforme, unde, după ciclul de presare, materialul de etanșare iese aproape simultan prin toți porii.

Impregnarea prin presarea materialului de etanșare dinspre exterior spre interior se realizează prin producerea vidului. Metoda se aplică în cazul pieselor cu contur interior complicat. Din cauza diferenței de presiune între exteriorul și interiorul piesei soluția de impregnare este aspirată în interiorul porilor. Pătrunderea materialului de etanșare este determinată de intensitatea vidului, de timpul cât piesa stă sub vid și de tipul materialului de etanșare. Avantajul acestei metode constă în principal în aceea că pierderile de material de etanșare sînt minime.

În fig. 89 se prezintă schematic o instalație de impregnare folosind acțiunea vidului și presiunii. O instalație similară este montată la întreprinderea de autocamioane din Brașov pe linia de fabricație a motorului de la autocamionul MAN.

Soluția folosită pentru impregnare (Hașmesil) se prepară în laborator din următorii componenți:

— 91 ... 93% silicat de sodiu;

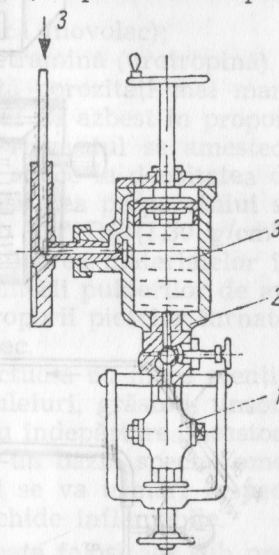


Fig. 88. Schema dispozitivului de impregnare:

1 — piesa turnată; 2 — dispozitivul de impregnare;
3 — preparatul de etanșare.

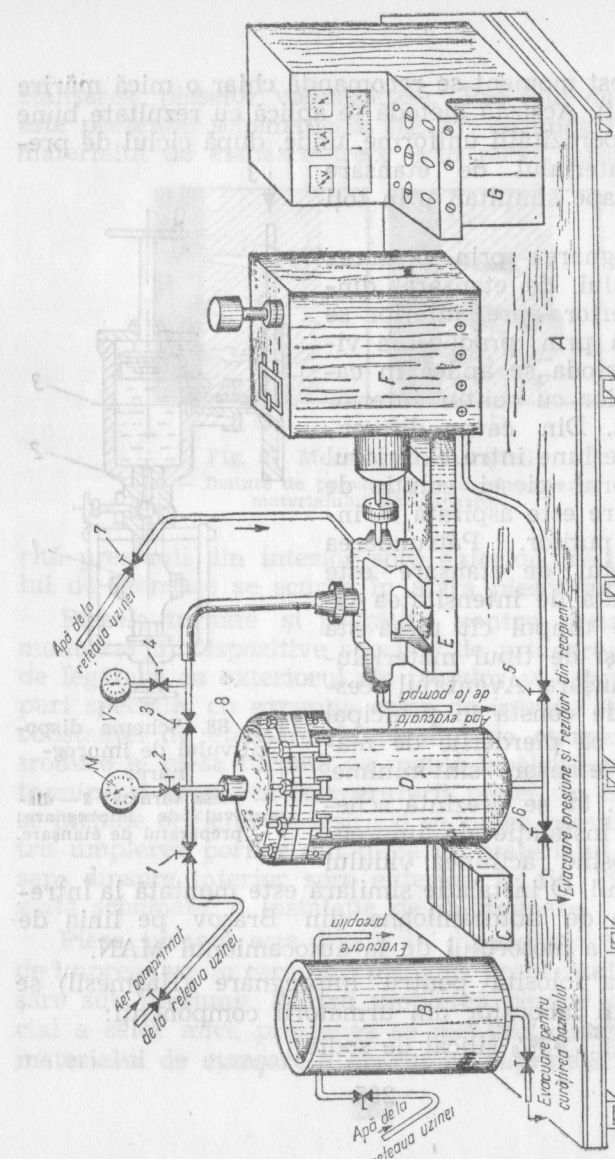


Fig. 89. Instalație de impregnare prin vid și presiune: A — cadru metalic; B — bazin de spălare; C — grătar; D — recipient de impregnare; E — pompă de vid; F — ba-

zin pentru încălzire (cu agitator și rezistență electrică); G — tablu de comandă; 1-7 — robinete; 8 — capac.

- 4...6% bentonită de turnătorie;
- 0,3...0,6% sare de bucătărie dizolvată în apă caldă;
- 1,5...2,5% rășină sintetică (novolac);
- 0,3...0,6% hexametilentetramină (urotropină).

În cazul când piesele prezintă porozități mai mari, în soluție se adaugă fulgi sau praf de azbest în proporție de 0,3—0,5 kg la 100 kg. Preparatul se amestecă bine timp de 8—12 h și apoi se aduce la densitatea de 1,32...1,35 g/cm³. Periodic, densitatea preparatului se verifică pentru a nu scădea sub 28° Bé (1,30 g/cm³). De asemenea, este necesară verificarea materialelor în suspensie, deoarece datorită rămânării pulberilor de azbest și bentonită în porii și macroporii pieselor turnate, scade concentrația lor în amestec.

Spălarea pieselor trebuie efectuată cu mare atenție, îndepărtându-se orice urme de uleiuri, grăsimi, unsori, vopsele și alte impurități. Pentru îndepărtarea acestora se poate folosi white-spirit, într-un bazin special amenajat. În timpul acestor operații se va urmări respectarea normelor P.C.I., pentru lichide inflamabile.

Pentru uscarea pieselor se poate folosi aer sub presiune, fără urme de umiditate sau ulei.

La pregătirea instalației de impregnare se urmărește ca bazinul să fie cel puțin jumătate umplut cu soluție de etanșare, care trebuie să fie bine agitată și încălzită la 60—80°C.

Soluția de impregnare se introduce în rezervorul special amenajat al instalației numai după ce s-a deconectat alimentarea cu energie electrică a rezistenței de încălzire.

Piesele ce urmează a fi remaniate se vor depune cu grijă în containerul special pregătit pentru operația de impregnare. După umplerea containerului, acesta se va

introduce în rezervorul de etanșare *D*. În acest timp robinetii 1, 2, 3, 4, 5 și 6 trebuie să fie închiși iar capacul 8 deschis.

În tehnologia procesului de impregnare și în special fazele de pregătire a pieselor și a instalației constituie operații importante la obținerea unei etanșări de calitate. După introducerea containerului cu piese se închide capacul rezervorului. Stringerea buloanelor care asigură o închidere etanșă se va efectua cât mai uniform și fără șocuri. În continuare etanșarea stringerii capacului se verifică în felul următor: se deschid robinetii 1 și 2 până la stabilizarea presiunii de 5—6 at indicată pe manometrul *M*. Dacă după 5 min de la închiderea robinetului 1 manometrul nu indică scăderea presiunii rezultă că stringerea capacului este bună.

În continuare se prezintă succesiunea operațiilor la impregnare. După evacuarea presiunii din recipientul *D* se închid robinetii 1, 2, 3, 4, 5 și 6. Se deschid robinetii 3 și 4 apoi robinetul 7 de admisie a apei în pompa de vid și numai după ce s-a constatat că evacuarea apei din pompă se face normal, se pornește pompa de vid. După pornirea pompei, trebuie să se realizeze vid în decurs de circa 2...3 min. După circa 20 min de menținere a vidului, se închide robinetul 3 și pompa de vid este oprită. Se deschide robinetul 5 pentru alimentarea recipientului cu soluția de impregnare, care este absorbită din bazinul *F* în recipientul *D* până la umplerea acestuia.

După ce a fost absorbită soluția necesară pentru impregnare, se închide robinetul 5, apoi se deschid treptat robinetele 1 și 2 pentru introducerea presiunii. Se menține sub presiunea de 5...6 at, timp de 20 min. Pentru reducerea presiunii se deschide robinetul 5 și treptat la robinetul 1 se observă reducerea debitului,

după care acestea se închid. Apoi se deschide robinetul 6 pentru reducerea presiunii din recipientul *D*, după care robinetul 2 se închide. Se golește rezervorul prin deschiderea capacului 8 și scoaterea containerului cu piese, după care se închide robinetul 6. Cu aceasta, se consideră terminat ciclul de impregnare, după care se poate relua operația.

Prin spălarea pieselor impregnate se urmărește îndepărtarea surplusului de soluție rămasă pe suprafața exterioară și a cavităților pieselor. În acest scop containerul cu piese se cufundă de mai multe ori și se agită bine într-un rezervor cu apă rece.

Uscarea pieselor se face la temperatura ambiantă în aer uscat, timp de cel puțin 24 h după spălare.

Controlul calității impregnării se face prin proba de presiune hidraulică la care se supun toate piesele impregnate. Piese care rezultă că nu sînt etanșe după încercare se supun la o nouă operație de impregnare, după un ciclu similar celui descris mai înainte.

Referitor la normele de tehnica securității muncii sînt elaborate instrucțiuni care trebuie respectate în toate fazele.

Remanierea prin impregnare sub presiune se aplică la piesele din fontă, oțel și aliaje neferoase prin folosirea unei soluții de etanșare pe bază de rășini epoxidice cu solidificator (întăritor), acetona, tricloretilenă sau spirt denaturat, xilen și apă.

Instalația pentru impregnare poate fi aceeași cu cea folosită pentru verificare etanșeității, în plus fiind necesare:

- vase emailate din tablă sau de sticlă;
- biuretă de laborator, respectiv cilindru de măsurare;
- balanță cu precizia necesară pentru cîntărire;

— areometru pentru măsurarea densității, în g/cm³.

Prepararea materialului de impregnare pentru etanșare cuprinde următoarele operații:

— se cîntărește și se toarnă în vasul corespunzător rășina epoxidică;

— se cîntărește și se adaugă la rășină circa 25% solidificator;

— se amestecă rășina cu solidificatorul pînă la obținerea unei emulsii omogene;

— densitatea materialului de etanșare va fi cuprinsă între 1,020...1,040 g/cm³;

— diluarea se face cu acetonă;

— preparatul se păstrează într-un vas ermetic închis și la loc răcoros.

Pregătirea piesei turnate pentru impregnare se realizează prin următoarele operații:

— degresarea prin cufundarea piesei într-un vas cu tricloretilenă sau spirt denaturat;

— dacă în timpul prelucrării mecanice piesa se impurifică cu agenți grași operația de degresare se repetă;

— după îndepărtarea grăsimilor piesa turnată se lasă pînă la evaporarea totală a preparatelor de degresare; după degresare piesa este gata pentru operația de etanșare.

Impregnarea piesei turnate se realizează în următoarele etape principale:

— introducerea piesei turnate în recipientul de impregnare;

— fixarea piesei de impregnat se realizează prin înșurubare;

— verificarea etanșeității recipientului se face cu aer sub presiune;

— umplerea piesei turnate cu soluția de impregnat;

— presarea materialului de etanșare la presiunea de 5...6 at;

— piesa turnată se menține la presiunea respectivă (5...6 at) timp de 10 min.

În continuare se oprește admisia aerului comprimat și se scoate piesa:

— după umplerea porilor piesa impregnată se lasă la temperatura mediului ambiant circa 2 h;

— se introduce piesa remaniată într-o cameră de uscare pentru întărirea soluției de impregnare;

— încălzirea piesei se face timp de 5 h la 150°C; 4 h la 160° și 3 h la 170°C;

— după întărirea soluției de impregnare se face verificarea etanșeității piesei;

— dacă piesa mai prezintă neetanșeități, operația se poate repeta reluînd ciclul prezentat mai înainte.

Pentru protecția personalului care lucrează la instalațiile de impregnare cu rășini epoxidice sînt necesare următoarele măsuri:

— în timpul lucrului operatorul trebuie să poarte mănuși de cauciuc;

— la amestecarea rășinii cu întăritorul muncitorul trebuie să poarte ochelari de protecție;

— operatorul își spală miinile cu apă caldă și săpun;

— piesele impurificate cu rășină se vor spăla cu xilen sau acetonă.

Operatorii trebuie să respecte întocmai instrucțiunile cu privire la paza contra incendiului pentru lucrul cu materiale inflamabile.

6.2. REMANIEREA PIESELOR PRIN CHITUIRE

O grupă însemnată de defecte de turnare sînt cele situate pe suprafața care nu se prelucrează a pieselor și care adeseori nu au o influență importantă asupra proprietăților mecanice ale acestora. Defectele de acest gen se recomandă să fie remaniate pentru îmbunătățirea aspectului comercial al produsului. Una din numeroasele posibilități de remaniere a acestor defecte este chituirea. Chituirea se aplică și pentru eliminarea denivelărilor de pe suprafețele pieselor turnate sau a urmelor rezultate de la remanierea unor defecte mai mari. Prin chituire se urmărește în principal să se dea piesei turnate un aspect corespunzător, protejînd-o totodată, într-o anumită măsură, împotriva acțiunii efectelor de coroziune.

6.2.1. Clasificarea chiturilor

Chiturile pot fi împărțite în principiu în două mari grupe: chituri pe bază de rășini sintetice și chituri pe bază de lianți anorganici.

Din grupa maselor plastice folosite la prepararea chiturilor ce servesc la remanierea pieselor turnate fac parte rășinile epoxidice și rășinile poliesterice modificate. Din punctul de vedere al calității pieselor sînt preferate rășinile epoxidice, care constituie un liant ideal pentru producerea de chituri utilizate la remanierea pieselor turnate. Principalele caracteristici ale chiturilor cu rășini epoxidice sînt:

- capacitatea mare de umplerea golurilor în piese;
- stabilitate dimensională ridicată și deci contracție redusă;
- rezistență chimică față de diferiți agenți;

- proprietăți fizico-mecanice bune;
- capacitate de aderare față de diferite metale mare;
- prelucrabilitate bună prin așchiere;
- capacitate de îmbinare bună cu diferite materiale de umplutură;
- comportare bună față de produsele de vopsire și pigmentare.

Chiturile folosite pentru remanierea defectelor de turnare în întreprinderile constructoare de mașini în majoritate sînt de fabricație indigenă. Acestea sînt chituri pe bază de rășini epoxidice cu adaosuri metalice cu substanțe întăritoare și materiale de umplutură (chituri metalice).

Prepararea chitului se face într-un vas de sticlă. Componenta lichidă se folosește pentru diferite amestecuri solide, timpul de întărire fiind în funcție de raportul celor două componente. În general, proporția între componenta lichidă (rășina) și întăritorul cu materialul de umplutură este de $1/2$ — $1/3$, iar timpul de întărire variază de la 24—30 h în cazul fontei și oțelului, la 2—4 h în cazul aliajelor neferoase.

Pentru obținerea unei aderențe la metalul piesei turnate bune și pentru ca întărirea să se realizeze în cît mai scurt timp, chitul nu se va aplica pe suprafețe umede, cu impurități sau cu grăsimi. Este de dorit ca piesa supusă procesului de remaniere prin chituire să nu fie mai rece de 15°C , temperatura optimă fiind cuprinsă între 24 și 32°C .

Remanierea defectelor interne prin chituire se face prin folosirea unui chit numai pe bază de rășină și întăritor, fără materiale de umplutură.

Caracteristicile mecanice ale rășinilor epoxidice după solidificare sînt prezentate în tabelul 34.

Tabelul 34

Caracteristicile mecanice ale rășinilor epoxidice

Proprietățile rășinii	Unitatea de măsură	Valoarea
Rezistența la întindere	daJ/cm ²	200...400
Rezistența la compresiune	daJ/cm ²	700...900
Rezistența la încovoiere	daJ/cm ²	700...1 000
Rezistența la forfecare	daJ/cm ²	140...180
Rezistența la șoc (charpy)	daJ/cm ²	10...20
Duritatea Brinell	HB	50...60
Contracția la solidificare (la temperatura de 20°C)	%	0,15...0,3

Principalele caracteristici fizico-mecanice ale chiturilor fabricate pe bază de rășini epoxidice sînt prezentate în tabelul 35.

Tabelul 35

Unele caracteristici mecanice ale chiturilor

Proprietățile chitului	Unitatea de măsură	Valoarea
Masa specifică	g/cm ³	1,2...1,8
Duritatea Brinell	HB	20...50
Rezistența la întindere	daN/cm ²	200...650
Rezistența la compresiune	daN/cm ²	2 000...4 000
Alungirea la rupere	%	4...10
Timp de întărire	min	30...80
Rezistența la temperatură	°C	-50...+300
Rezistență la diferiți agenți chimici	Mare	Mare

În continuare se prezintă chiturile pe bază de rășini epoxidice pentru remanierea pieselor turnate din diferite aliaje.

a) Pentru remanierea defectelor la piesele turnate din fontă, chitul va fi realizat cu întăritor pe bază de trietilentetraamină, solventul fiind xilen sau ftalat de dibutil, la care se adaugă ca material de umplură pulbere uscată din fontă.

b) Pentru remanierea pieselor turnate din oțel se folosește același chit, cu deosebirea că, în locul pulberii de fontă, se adaugă pilitură de oțel purificată și uscată.

c) Pentru remanierea pieselor turnate de aluminiu, materialul de umplură va fi pulbere de aluminiu pur, aceasta pentru realizarea unei aderențe mai bune.

d) Chiturile pentru remanierea pieselor din aliaje de cupru se obțin folosind ca materiale de umplură pulbere de bronz. În cazul remanierii pieselor din bronz se adaugă circa 10...15% pulbere de Cu.

Din grupa a doua a materialelor folosite la fabricarea chiturilor pentru remanierea pieselor cu defecte de turnare fac parte cele preparate pe bază de lianți minerali. Preparatul reprezintă un amestec de praf de ipsos, fier, siliciu, făină de cuarț, cu adaosuri de grafit, span de aluminiu împreună cu dextrină. Chitul astfel obținut se folosește sub formă de pastă moale, care trebuie utilizată integral după preparare. Are aderență bună la suprafața metalică curățată, culoarea fiind apropiată de cea a suprafețelor pieselor turnate din fontă și oțel, care nu se prelucurează. Întărirea chitului are loc în 24—48 h, după care suprafețele remaniate pot fi acoperite prin vopsire sau emailare.

În tabelul 36 sînt prezentate compozițiile unor chituri destinate remanierii defectelor pieselor turnate din fontă, pentru care nu sînt prevăzute condiții speciale de solicitare în exploatare.

Tabelul 36
Compozițiile pastelor pentru remanierea pieselor din fontă obișnuită (%)

Numărul curent al pastei	Oxid de mangan MnO ₂	Borax	Alb de zinc	Silicat de sodiu	Grafit	Așchii de fontă	Lac de bachelită	Ciment
1	38,5	15,4	38,5	7,6	—	—	—	—
2	—	—	69,1	10,5	20,4	—	—	—
3	—	—	7,0	7,0	15,0	71,0	—	—
4	—	—	8,3	8,3	—	83,4	—	—
5	—	—	—	20,0	—	75,0	—	5,0
6	—	—	—	—	—	70,0	30,0	—

Pentru remanierea pieselor turnate rezistente la temperaturi înalte este folosit chitul cu următoarea compoziție: 81% așchii fine de oțel, 2,5% clorură de amoniu, 2,5% acid acetic, 1% sulf, și 13% apă. Defecțele exterioare ale pieselor turnate destinate funcționării la presiune scăzută pot fi remaniate cu chit sub formă de pastă având compoziția: 44% pulbere de argilă refractară, 22% așchii fine sau pilitură măcinată de oțel, 11% grafit, 11% oxid de mangan, 6% sare de bucătărie și 6% borax.

Piesele turnate expuse la acțiunea coroziunii unor agenți chimici pot fi remaniate cu pastă pe bază de asfalt. Un asemenea chit se compune din: 14,6% asfalt, 17,2% bitum, 24% oxid de calciu, 16% oxid de magneziu, 5% bioxid de siliciu, 2,2% oxid de fier, 1,8% oxid de aluminiu și 19,2% acid carbonic.

Aplicarea chitului pe locul defect se face numai după încălzirea acestuia până aproape la starea lichidă.

Piesele astfel remaniate se comportă bine în exploatare la temperaturi cuprinse între -20°C și $+60^{\circ}\text{C}$ și mediu de lucru apa de mare și soluții slabe de acid sulfuric. În tabelul 37 sînt prezentate unele chituri produse în țara noastră sau procurate din import, cu principalele caracteristici și recomandări de utilizare.

6.2.2. Tehnologia aplicării chiturilor

Chituirea constă în aplicarea pastelor pregătite, așa cum s-a arătat mai înainte pe locurile cu defecte de turnare. Majoritatea chiturilor și în special cele preparate pe bază de mase plastice prezintă mare aderență față de suprafața pieselor turnate.

Îndepărtarea oxizilor rezultați din turnare sau a straturilor de rugină de pe suprafața pieselor turnate se efectuează cel mai bine prin sablare cu alic. Eliminarea grăsimilor se poate face prin încălzirea pieselor turnate la temperatura de $200-250^{\circ}\text{C}$ timp de câteva ore, sau cu ajutorul flăcării oxiacetilenice. Rezultate bune se obțin și prin spălare cu tricloretilenă sau alți solvenți volatili.

Pentru umplere cu chit a golurilor de material, piesa turnată trebuie așezată în poziția cea mai convenabilă din punct de vedere al locului de remaniat. În cazul chiturilor preparate pe bază de lianți minerali, suprafețele adinciturilor ce urmează să fie umplute trebuie să fie plasate astfel încît să se împiedice căderea straturilor de chit aplicate. Aceste chituri se usucă în câteva ore, la temperatura de $14-24^{\circ}\text{C}$.

Locurile remaniate cu chituri minerale pot fi prelucrate cu ajutorul uneltelor folosite la prelucrarea manuală a metalelor. Locurile remaniate cu chituri pe bază de rășini sintetice pot fi prelucrate și prin așchie-

Chituri folosite pentru

Număr curent	Denumirea	Marca, întreprinderea sau firma, țara	Compoziția
1	2	3	4
1	Chit metalic LS	ILCHIM Timișoara R. S. România	Chit metalic pe bază de doi componenți: L — componentă li- chidă pe bază de rășină S — componentă solidă
2	Chit metalic	Durochit, Anticorosivul — București	Bazat pe trei compo- nenți
3	Chit metalic	I.C.P.T.S.C. — București	Chit metalic pe bază de rășini epoxidice

remanierea pieselor turnate

Caracteristici	Domenii de utilizare	Observații
5	6	7
1) Temperatura opti- mă de chitire 20...30°C 2) Timpul de solidifi- care 24...30 h 3) Prelucrabilitate bună 4) Timp de întărire	Funcție de scop, L/S la: — fonta-oțel, $\frac{1}{2}$ — aluminu, $\frac{1}{2}$ — bronz, $\frac{1}{3}$	Nu se aplică pe suprafețe umede și groase
1) Timpul de întărire, 24 h 2) Ușor prelucrabil 3) Aderență bună 4) Rezistență la acți- unea agenților chi- mici	— Remanierea piese- lor din fontă și oțel	Livrare: — compo- nenta CE și CI în bidoane ermetic închise — compo- nenta CS în saci de polietil- enă
1) Culoare gri-închis 2) Timp de întărire 30...60 min 3) Temperatura de în- tărire a mediului ambiant	— Remanierea piese- lor din fontă și oțel	Micropro- ducție la I.C.P.T.S.C.

Tabelul 37

1	2	3	4
4	Chit metalic	I.C.P.T.S.C.	Chit metalic pe bază de rășini
5	Chit metalic	I.C.P.T.S.C.	Chit metalic pe bază de rășini
6	AGO-ciment	R. P. Polonia	Ipsos, fier, siliciu, cuarț, grafit, aluminu, și dextrină

Tabelul 37 (continuare)

5	6	7
4) Duritatea Brinell: 30 HB 5) Rezistență la compresiune 6) Rezistență la agenți chimici (uleiuri)		
1) Culoare gri-deschis argintiu 2) Timp de întărire, 30...60 min 3) Temperatura de întărire, a mediului ambiant 4) Rezistență mare la compresiune 5) Prelucrabilitate bună prin aşchiere 6) Rezistență bună la agenți chimici obișnuiți	Remanieri la piese din aluminiu	Microproducție la I.C.P.T.S.C.
1) Culoare galben-auriu 2) Rezistență la agenți chimici obișnuiți 3) Timp de întărire, 30...60 min	Remanierea pieselor turnate din bronzuri și alame	Microproducție la I.C.P.T.S.C.
1) Timp de solidificare, 24 h 2) Aderență bună	Remanierea pieselor din fontă	

Tabelul 37 (continuare)

1	2	3	4
7	Epidian 410	R. P. Polonia	— Rășini epoxidice — Solidificatorul cu material metalic de umplutură
8	Chit plastic	DIAMANT — Kittl (R.F.G.)	Chituri metalice din doi componenți cu conținut metalic până la 92%
9	Adler metal plastic	Adler (R.F.G.)	1) Conținut, doi componenți 2) Conținut de metal, până la 95% 3) Praf metalic și agent de întărire 4) Conținut, un singur component (gata pentru folosire)

Tabelul 37 (continuare)

5	6	7
1) Duritate Brinell: 8,5 HB 2) Rezistență la întindere, 210 daN/cm ² 3) Alungirea, 6% 4) Rezistență termică (Vicat), 83°C	Remanierea pieselor din fontă, oțel și aliaje neferoase, funcție de metalul de umplutură	
1) Solidificare la temperatura mediului ambiant 2) Timp de solidificare, 20...30 min 3) Con tracție practică nulă 4) Rezistență la acțiunea acizilor și chimicalelor 5) Rezistență termică până la 750°C 6) Rezistență mare la presiune, 80 at	Remanierea pieselor din fontă, oțel, Al, Bz și Cu	
1) Temperatura de chituită, 20°C 2) Timp de întărire, 15...30 min 3) Prelucrabilitate bună prin așchiere 4) Rezistență mare la acizi	1) Nr. 180, pentru fontă cenușie și oțel turnat 2) Nr. 180, d, pentru fontă și oțel prelucrate 3) Nr. 185, remanieri generale 4) Nr. 181, remanieri piese de Al 5) Nr. 182, remanieri piese din alamă 6) Nr. 183, remanieri piese din bronz	Se poate folosi și pentru remanieri de fisuri

Tabelul 37 (continuare)

1	2	3	4
7			1) Duritatea Brinell; 2) Rezistența la tracțiune; 3) Alungirea; 4) Rezistența termică (Vicat, 83°C)
8			1) Solubilitatea în apă; 2) Timp de solidificare; 3) Contracție practică
10	Metalux	Mărcile S, NP, L și C (Franța)	Bazat pe rășini și pulberi metalice
11	Chit universal	Loctite (Austria)	

Tabelul 37 (continuare)

5	6	7
	7) Nr. 184, remanieri piese din cupru 8) Nr. 160, remanieri piese din fontă și oțel 9) Nr. 162, remanieri piese din aluminiu 10) Nr. 167, remanieri piese din alamă 11) Nr. 168, remanieri piese din bronz 12) Nr. 169, remanieri piese din cupru	
1) Duritatea Brinell; 30...40 HB 2) Rezistența la compresiune, 1200 daN/cm ² 3) Rezistent termic, între -50°C... ...+250°C 4) Rezistent la agenți chimici 5) Ușor prelucrabil	Remanieri de piese din fontă, oțel și neferoase	Se poate folosi și pentru remanieri de fisuri
1) Rezistent la șoc termic, -55°C... ...+150°C 2) Rezistență ridicată la întindere și forfecare 3) Rezistență la agenți chimici	Remanieri de piese din fontă, oțel și aliaje neferoase	Se poate folosi și pentru remanieri de fisuri

Tabelul 37 (continuare)

1	2	3	4
12	Chit metallic tipurile B, F și WR	Devcon (S.U.A.)	Bazat pe doi compo- nenți

re sau polizare. Așchierea trebuie să se facă la viteze mici.

În continuare se dau indicații tehnologice de realizare a remanierii pieselor turnate prin chituiture. Acestea sînt date cu caracter de recomandare și trebuie respectate în cazul folosirii chiturilor pe bază de rășini sintetice întărite la temperatura mediului ambiant.

6.2.3. Indicații tehnologice de chituiture

1) Remanierarea cu chituri pe bază de rășini epoxidice se admite la piese turnate din fontă, oțel și aliaje neferoase.

2) Scopul remanierii prin chituiture a pieselor turnate este de a le da un aspect estetic și de a elimina golurile și denivelările de metal pe suprafețele care nu se prelucurează.

3) Pot fi remaniate următoarele defecte:
— porozitate mărunță desfășurată pe o suprafață maximă de 10 cm², prin scobirea defectului la adîncime de 3—5 mm;

5	6	7
1) Temperatura de întărire, 15...30°C	Tipul B, pentru re- manierarea pieselor din fontă și oțel	
2) Timpul de întărire, 1...4 h	Tipul F, pentru re- manierarea pieselor din aluminiu	
3) Rezistent la șoc termic	Tipul WR, pentru re- manierarea pieselor supuse la uzură	
4) Rezistent la acți- unea agenților chi- mici		
5) Ușor prelucrabil		

— cavități izolate cu dimensiunile de pînă la 6×6 mm, situate la o distanță de cel puțin 8 mm de orificii constructive sau tehnologice în piesă (maximum trei cavități pe piesa turnată);

— cavități pe suprafețele laterale cu suprafața de maximum 2 cm², adîncimea maximum 2/3 din grosimea peretelui, în număr de cel mult cinci pe piesa turnată.

4) Nu se admite remanierarea fisurilor și crăpăturilor prin chituiture.

5) Materialele folosite sînt rășină epoxidică, întăritor, material de umplutură sub formă de pulbere sau așchii fine (fontă, oțel, aluminiu, bronz sau cupru), xilen sau ftalat de butil, tricloretilenă sau benzină de aviație și xilină.

6) La pregătirea pieselor pentru remanieră se va avea în vedere ca suprafețele impurificate cu grăsimi să fie mai întii bine spălate cu tricloretilenă și apoi sablate (nu invers).

7) Incluziunile de zgură, de oxizi de metale și de alte substanțe se vor îndepărta prin polizare.

8) La remanierea suprafețelor spongioase sau poroase, se vor îndepărta mecanic asperitățile, marginile interioare ale defectelor trebuind să fie terminate în coadă de rîndunică; pe suprafața fără defecte trebuie să se execute găuri cu diametrul de 5 mm pe adîncime de cel mult 7 mm. Distanța între axele găurilor trebuie să fie de 15—20 mm. Adîncimea găurilor nu trebuie să depășească $1/3$ — $1/2$ din grosimea peretelui piesei turnate.

9) La piesele turnate la care nu este indicată sablarea (după prelucrarea mecanică) locurile ce urmează a fi remaniate se pot degresa cu tricloretilenă, folosind în acest scop tampoane de vată curată sau pensula.

10) Nu se admite umezirea suprafețelor chituite.

11) Dacă chituirea nu are loc imediat după curățare, suprafața cu defecte trebuie acoperită cu un străt de rășină pentru a o proteja împotriva oxidării (ruginirii).

12) Pentru o mai bună pătrundere a chitului și polimerizarea (solidificarea) rășinii locurile remaniate trebuie să fie preîncălzite cu raze infraroșii sau cu arzător cu gaze combustibile pînă la temperatura de circa 70—90°C.

13) Nu se efectuează încălzirea pieselor direct pe locul cu defecte ci pe pereții vecini sau pe partea opusă peretelui cu defecte.

14) După pregătirea locurilor ce urmează a fi remaniate acestea sînt supuse controlului de calitate interfazic, pentru a decide asupra trecerii la faza următoare.

15) Pregătirea chitului este o fază importantă, ea trebuind să se facă întocmai după prescripțiile furnizorului de material. Vasul în care se prepară pasta trebuie să fie curat și bine uscat; se va evita umezirea.

16) Rășina trebuie să fie preîncălzită pînă la 40—60°C, după care se introduce pulberea de umplutură și se amestecă circa 5 min, pentru ca aerul introdus cu materialul de umplutură să fie îndepărtat (prin amestecare și preîncălzire).

17) Amestecul de rășină și umplutură se răcește la temperatura ambiantă după care se introduce întăritorul cu care trebuie amestecat împreună circa 5 min.

18) În cazul remanierii prin chituire a pereților verticali în pastă se introduce și silice.

19) Procesul de polimerizare (solidificare) la temperatura mediului ambiant (20—30°C) are loc în timp de 16—24 h. Chitul gata pregătit trebuie folosit în decurs de 1—1,5 h.

20) Materialele folosite pentru umplutură trebuie să fie uscate la temperatura de 100...120°C, cernute și păstrate într-un ambalaj închis ermetic.

21) În timpul chituirii piesa trebuie să fie așezată pe cît posibil în așa fel încît suprafața ce se remaniază să fie orizontală.

22) În cazul porilor și adînciturilor mari se va da o atenție deosebită modului de aplicare a pastei pentru eliminarea aerului din interiorul acestora. În acest scop umplerea adînciturii începe de la una din marginile locului defect.

23) Pentru aplicarea și împingerea pastei în fante se folosește lanțeta mare.

24) Gradul de întărire se verifică prin atingere. Chitul nesolidificat se spală cu xilen sau ftalat de butil.

25) În vederea finisării locurilor remaniate, excesul de pastă întărită se îndepărtează prin frezare, pilire sau polizare.

— 26) La prelucrarea mecanică se recomandă folosirea vitezelor mici de aşchiere, unghiul de atac al sculei trebuind să fie de 16...18°.

27) După finisare, locul remaniat se supune controlului de calitate.

28) La efectuarea remanierilor prin chituiere cu răşini sintetice, trebuie respectate normele de protecţia muncii în vigoare:

— operatorul îşi va proteja mâinile şi ochii cu mănuşi şi respectiv ochelari de protecţie;

— adăugarea întăritorului se va face numai cu mâinile şi ochii protejaţi;

— după terminarea lucrului operatorul îşi va spăla mâinile cu apă şi săpun.

29) Încăperea în care se efectuează remanierea pieselor turnate prin chituiere trebuie să fie bine ventilată.

7. PROCEDEE SPECIALE DE REMANIERE

7.1. REMANIEREA DEFECTELOR DE TURNARE PRIN METALIZARE

Metalizarea este una din cele mai simple metode de remaniere a pieselor cu defecte de turnare şi totodată foarte rar aplicată în industrie. Prin acest procedeu se pot remania defecte de turnare cum sînt: suflurile, retasurile, incluziunile de zgură sau nisip, precum şi acele defecte care înrăutăţesc etanşeitatea sau aspectul exterior. Prin alegerea straturilor de acoperire corespunzătoare se pot realiza învelişurile rezistente la coroziune sau uzură. Metoda se poate aplica la remanierea suprafeţelor brute şi a celor prelucrate. Metalizarea prin injectare constă în pulverizarea metalului topit sub presiune de 5—6 at pe suprafaţa pregătită în acest scop. Inconvenientul metodei este că metalul pulverizat nu se topeşte complet şi nu se realizează o legătură metalurgică cu metalul din care este confecţionată piesa turnată. Aderenţa este de natură termomecanică (legare prin coeziune a moleculelor celor două suprafeţe în contact). Stratul metalizat să fie cît mai puternic legat de piesă şi în acelaşi timp să aibă o structură omogenă şi compactă [2].

Principalele etape ale metalizării sînt: pregătirea suprafeţei defectului, injectarea materialului de adaos şi prelucrarea stratului depus. Pregătirea suprafeţei are un rol foarte important în realizarea unei remanieri de

calitate și trebuie să conducă la obținerea unei depuneri de puritate ridicată și cu rugozitate corespunzătoare. Suprafața ce urmează a fi metalizată trebuie să nu



Fig. 90. Rugozitatea suprafeței:
a — suprafață plană; b — rugozitate optimă; c — rugozitate mare.

conțină nisip, zgură și oxizi. Rugozitatea trebuie să asigure o bună aderență a stratului depus. În cazul cind neuniformitățile suprafeței de remaniat sînt prea mici particulele materialului depus nu pot să pătrundă în ele, iar în cazul neuniformităților prea mari, aderența este redusă, apropiindu-se de cea a suprafețelor plane, optim fiind neuniformitățile cu rugozitate de mărimea particulelor materialului depus (fig. 90).

Rugozitatea suprafețelor se obține prin sablare sau prelucrare specială prin așchiere. Eliminarea grăsimi-



Fig. 91. Detaliu de pregătire a defectului pentru metalizare:
a — forma defectului; b — defectul pregătit.

lor se face prin ardere sau degresare. Pregătirea defectelor pentru metalizare se face prin țesirea invers conică la 15... 20°, așa cum se poate observa în fig. 91.

Pentru ca stratul metalizat să adere cît mai bine la metalul de bază prelucrarea defectului se face prin așchiere cu freza sau scule speciale și pilire. În cazul defectelor străpunse, pregătirea pentru remaniere constă în aceea că după sablare prealabilă în golul piesei se poate introduce o insertie de metal pentru a reduce volumul de metalizat.

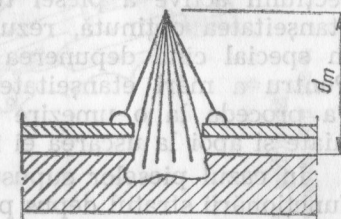


Fig. 92. Șabloane de protecție pentru metalizare.

În cazul remanierii unor defecte pe piese la turnare și prelucrare se utilizează șabloane din tablă sau carton, pentru protejare (fig. 92).

Piesa pregătită pentru metalizare trebuie protejată împotriva umezirii din care cauză, efectuarea remanierii trebuie să se execute în decurs de cel mult 2 h de la sablare. Temperatura piesei în timpul remanierii nu trebuie să depășească 50°C. În caz că se depășește această temperatură se întrerupe metalizarea și piesa se răcește cu jet de aer comprimat și lipsit de impurități. Distanța d_m dintre pistolul de metalizare și piesă trebuie să fie de circa 150—200 mm.

Pentru remanierea defectelor la piesele turnate din fontă, ca material de adaos, se folosește, de regulă, sîrmă de zinc. Pentru remanierea pieselor turnate din oțel se poate folosi sîrma de oțel similară cu cea utilizată pentru sudarea semiautomată sub flux sau în mediu de CO_2 .

Pentru piesele turnate din aliaje de aluminiu se folosește o sîrmă din aluminiu, iar pentru piese turnate din aliaje de cupru se poate folosi sîrma din bronz sau alamă.

În general, proprietățile mecanice ale stratului depus prin metalizare sînt inferioare celor ale metalului de bază, practic acest strat necontribuind la mărirea secțiunii active a piesei turnate. În ceea ce privește etanșeitățile obținute, rezultatele sînt mult mai bune în special cînd depunerea este cu straturi de zinc. Pentru a mări etanșeitățile, în timpul metalizării se va proceda la o umezire intensă a suprafeței remaniate și apoi la uscarea ei în aer.

În cazul pieselor supuse la compresiune în timpul funcționării stratul depus prin metalizare asigură rezistență cel puțin egală cu cea a metalului de bază.

Metalizarea se realizează cu dispozitive speciale de metalizare cunoscute sub numele de pistole, care pot fi cu flacără oxiacetilenică, cu arc electric sau cu plasmă. În funcție de modul cum este efectuată alimentarea cu material de adaos, pistoalele pentru metalizare pot fi cu sîrmă sau cu pulbere.

În fig. 93 sînt prezentate două pistoale de metalizare de fabricație poloneză.

În tabelul 38 sînt prezentate date informative referitoare la condițiile de metalizare cu flacără.

În timpul metalizării prin injectare, principalii factori care influențează negativ sănătatea operatorului sînt: gazele provenite din arderea unor metale, bioxidul de azot și ozonul la metalizarea electrică, praful, radiația flăcării și a arcului electric și zgomotul produs de pistol. De aceea, operația trebuie efectuată în încăperi bine ventilate. Pentru protecția operatorului, se vor prevedea următoarele echipamente de protecție: mască cu ochelari, haine de protecție (șalopetă etanșă la praf), șorț, mănuși, cizme de cauciuc, cască acustică specială. În atelierul de metalizare trebuie să existe

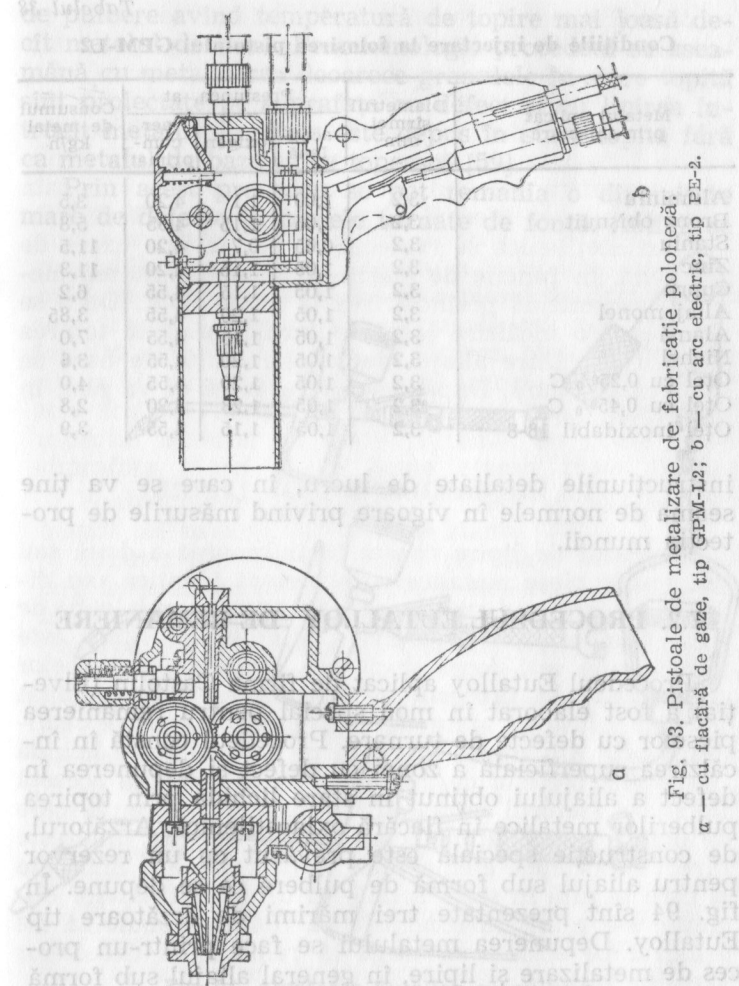


Fig. 93. Pistoale de metalizare de fabricație poloneză: a — cu flacără de gaze, tip GPM-L2; b — cu arc electric, tip PE-2.

Tabelul 38

Condițiile de injectare la folosirea pistolului GPM-L2

Metalul aplicat prin injectare	Diametrul sirmei mm	Presiunea, at			Consumul de metal kg/h
		aceti- lenă	oxigen	aer com- primat	
Aluminiu	3,2	1,00	1,1	4,20	3,5
Bronz obișnuit	3,2	1,05	1,15	4,55	5,8
Staniu	3,2	0,65	0,7	4,20	11,5
Zinc	3,2	1,05	1,15	4,20	11,3
Cupru	3,2	1,05	1,15	4,55	6,2
Aliaj monel	3,2	1,05	1,20	4,55	3,85
Alamă	3,2	1,05	1,15	4,55	7,0
Nichel	3,2	1,05	1,20	4,55	3,6
Oțel cu 0,25% C	3,2	1,05	1,20	4,55	4,0
Oțel cu 0,45% C	3,2	1,05	1,23	4,20	2,8
Oțel inoxidabil 18-8	3,2	1,05	1,15	4,55	3,9

instrucțiunile detaliate de lucru, în care se va ține seama de normele în vigoare privind măsurile de protecția muncii.

7.2. PROCEDEUL EUTALLOY DE REMANIERE

Procedeul Eutalloy aplicat de firma Castolin (Elveția) a fost elaborat în mod special pentru remanierea pieselor cu defecte de turnare. Procedeul constă în încălzirea superficială a zonei cu defect și depunerea în defect a aliajului obținut în stare lichidă prin topirea pulberilor metalice în flacără oxiacetilenică. Arzătorul, de construcție specială este prevăzut cu un rezervor pentru aliajul sub formă de pulbere ce se depune. În fig. 94 sînt prezentate trei mărimi de arzătoare tip Eutalloy. Depunerea metalului se face printr-un proces de metalizare și lipire, în general aliajul sub formă

de pulbere avînd temperatură de topire mai joasă decît metalul de bază. Fenomenologic procedeul se aseamănă cu metalizarea deoarece granulele în stare topită sînt proiectate pe suprafața cu defect și cu lipirea întrucît metalul de adaos este depus în stare topită fără ca metalul de bază să se topească [59].

Prin acest procedeu se pot remania o diversitate mare de defecte în piesele turnate de fontă. Astfel, se

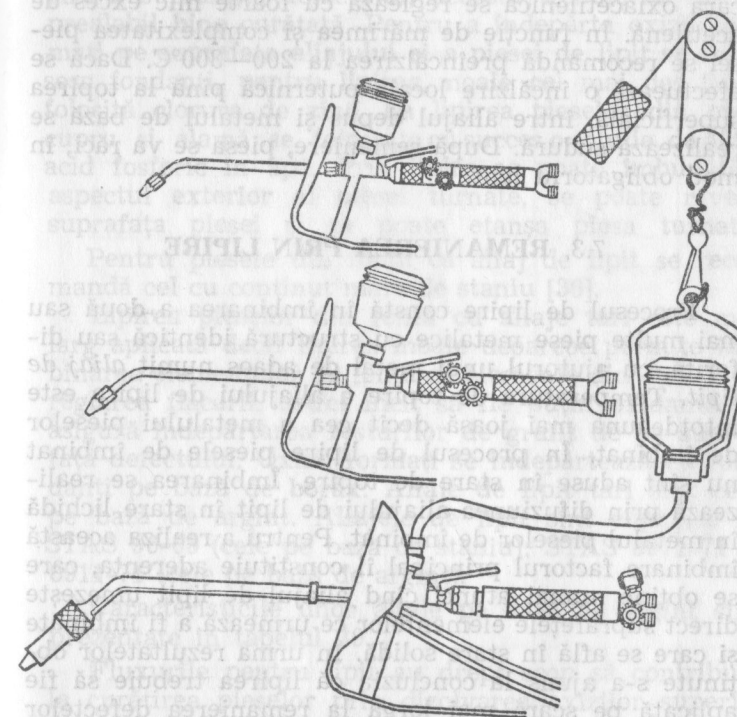


Fig. 94. Arzătoare Eutalloy cu pulbere.

recomandă pentru remanieri de defecte la piese ca: blocuri de motor, batiuri, colectoare de eşapament, an-grenaje etc., folosind pentru aceasta pulbere de aliaj cu nichel (NiTec 10224). Caracteristicile stratului de-pus sînt bune: duritatea aproximativ 250 HB, tempe-ratura în exploatare, pînă la 600°C. Înainte de depu-nere suprafața defectului trebuie să fie bine curățată prin prelucrare mecanică, polizare sau sablare. Fla-căra oxiacetilenică se reglează cu foarte mic exces de acetilenă. În funcție de mărimea și complexitatea pie-sei se recomandă preîncălzirea la 200—300°C. Dacă se efectuează o încălzire locală puternică pînă la topirea superficială, între aliajul depus și metalul de bază se realizează sudură. După remaniere, piesa se va răci, în mod obligatoriu lent.

7.3. REMANIEREA PRIN LIPIRE

Procesul de lipire constă în îmbinarea a două sau mai multe piese metalice cu structură identică sau di-ferită, cu ajutorul unui metal de adaos numit *aliaj de lipit*. Temperatura de topire a aliajului de lipire este întotdeauna mai joasă decît cea a metalului pieselor de îmbinat. În procesul de lipire piesele de îmbinat nu sînt aduse în stare de topire. Îmbinarea se reali-zează prin difuziunea aliajului de lipit în stare lichidă în metalul pieselor de îmbinat. Pentru a realiza această îmbinare factorul principal îl constituie aderența, care se obține numai atunci cînd aliajul de lipit umezește direct suprafețele elementelor ce urmează a fi îmbinate și care se află în stare solidă. În urma rezultatelor ob-ținute s-a ajuns la concluzia că lipirea trebuie să fie aplicată pe scară mai largă la remanierea defectelor pieselor turnate.

În funcție de temperatura la care se topește aliajul de lipit se deosebesc lipirea moale, la temperaturi pînă la 450°C și lipirea tare, peste 450°C.

Pentru lipirea moale, ca materiale de lipit se folo-sesc aliaje pe bază de staniu cu plumb, avînd tempera-tura de topire cuprinsă între 180—250°C. Din motive de preț de cost se folosesc aliaje cu conținut cît mai redus posibil de staniu. Pentru a realiza o bună ume-zire a suprafeței defectului, aceasta trebuie să fie în prealabil bine curățată. Pentru a îndepărta oxizii for-mați pe suprafața aliajului și a piesei de lipit se folo-sesc fondanți, pentru lipirea moale cel mai des fiind folosită clorura de zinc. La lipirea pieselor din oțel, cupru și alamă se folosește cu succes o soluție de 40% acid fosforic în apă. Prin lipire se poate îmbunătăți aspectul exterior al piesei turnate, se poate nivela suprafața piesei și se poate etanșa piesa turnată.

Pentru piesele din fontă ca aliaj de lipit se reco-mandă cel cu conținut mare de staniu [36].

Lipirea pieselor din fontă cu aliaje tari este mai larg aplicată decît lipirea moale deoarece permite îm-binarea elementelor de fontă cu elemente din oțel. Prin reglarea flăcării, astfel încît să fie puțin oxidantă se asigură îndepărtarea resturilor de grafit de pe supra-fața defectului. Oxizii formați se îndepărtează cu fon-danți pe bază de borax. Aliaje de lipit tari sînt cele pe bază de argint. Aliajele de lipit sînt cuprinse în STAS 96-66 (cele pe bază de staniu); STAS 8971-71 și 8911-71 (cele pe bază de argint).

Caracteristicile unor aliaje pe bază de argint sînt prezentate în tabelul 39.

Fluxurile pentru lipit au drept scop să contribuie la curățirea pieselor prin dizolvarea oxizilor superfi-ciali, să faciliteze desfășurarea procesului de difuziune

Tabelul 39

Caracteristici ale unor aliaje de argint pentru lipire tare

Compoziția, %	Materialul de bază	Capacitatea de umectare	Capacitatea de întindere mm^2	Capilaritate mm	Rezistența la tracțiune daN/mm^2	Alungirea %	Rezistența daN/cm^2	Duritatea HB
15Ag 80Cu 5P	Cu	II	210	50	28-30	5-7	—	100-120
25Ag 40Cu 35Zn	Fe Cu	II I	360 520	— 60	34-39	10-20	4-5	100-110
30Ag 40Cu 27Zn 3Cd	Fe Cu	II II	370 400	60 65	26-30	5-10	4-6	70-85
45Ag 30Cu 25Zn	Inox. Cu	II II	180 400	— 60	35-39	25-35	5-7	70-90
50Ag 20Cu 10Zn 20Cd	Inox. Cu	II I	110 500	— 90	30-34	40-50	5-7	70-90
65Ag 28Cu 7Zn	Fe Cu	II I	390 450	— 90	28-30	38-46	5-7	70-80

NOTĂ: I — foarte bună; II — bună

Tabelul 40

Fluxuri pentru lipire tare

Stare	Proportia, principalilor componenti, %	Tempe- ratura de topire $^{\circ}\text{C}$	Aliaj de lipit	Utilizare
Pulbere	KCl NaCl 41,4 46,2	450 $\pm$ 30	Al-Si	Aluminiiu
Pastă	H_3BO_3 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 26,5 —	650 $\pm$ 30	60Cu 40Zn Si Sn 48Cu 42Zn	Cupru și aliajele sale
Pastă	77,3 4,5	720 $\pm$ 30	10Ni 58Cu 40Zn Ag Si Sn	Metale și aliaje feroase
Pulbere	41,7 32,2	700 $\pm$ 30	93Cu 7P 15Ag 80Cu 5P	Oțeluri, fonte, aliaje de cupru
Pastă	75 5	670 $\pm$ 20	30Ag 40Cu 27Zn Cd	Oțeluri și aliaje de cupru
Pulbere	69,4 —	480 $\pm$ 30	45Ag 30 Cu 25Zn 50Ag 20Cu 10Zn 20Cd	Oțeluri și aliaje de cupru
Pastă	23,1 46,2	600 $\pm$ 30	65Ag 28Cu 7Zn	Oțeluri și aliaje de cupru

și să contribuie la modificarea tensiunii superficiale pentru a mări fluiditatea. În tabelul 40 se prezintă câteva tipuri de fluxuri utilizate la lipirea tare.

Lipirea tare a fontelor se poate efectua aplicând toate metodele industriale: de încălzire a aliajului de lipit cu flacără oxiacetilenică, cu rezistență electrică, prin inducție, în cuptor etc. Alegerea unei anumite metode depinde de felul aliajului de lipit și de mărimea piesei turnate. La încălzirea cu flacără oxiacetilenică se va urmări ca aceasta să fie neutră și temperatura de încălzire a piesei să nu depășească 900°C .

Tehnologia lipirii cu flacără prin depunere de aliaj topit este un procedeu asemănător sudării cu flacără și se folosește mai ales la lipirea cu alamă a pieselor din oțel și fontă (alămire). Temperatura de lipire în

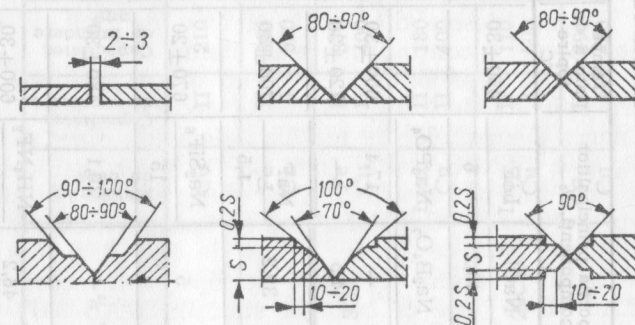


Fig. 95. Moduri de pregătire a locurilor cu defecte pentru remaniere prin lipire.

acest caz variază între 750 și 930°C . Modul de pregătire a marginilor defectului în funcție de grosimea piesei este prezentat în fig. 95.

În fig. 96 se prezintă modul de așezare a aliajului depus prin lipire pentru diferite grosimi de piese, pozițiile suflaiului și pieselor în timpul lipirii.

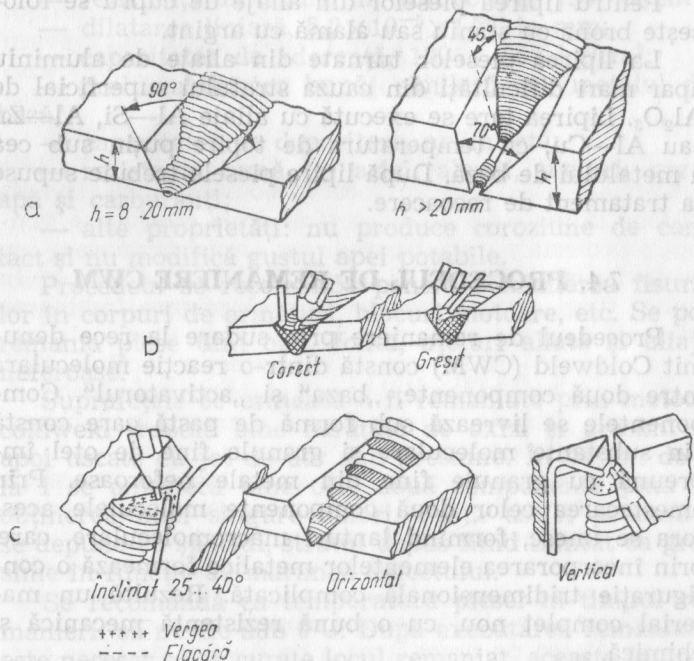


Fig. 96. Tipuri de îmbinări prin lipire:

a — diferite grosimi ale piesei; b — poziția suflaiului la lipire; c — poziția piesei în timpul remanierii.

După umplerea șanfrenului aliajul de lipit trebuie să fie menținut un anumit timp în stare lichidă pentru a permite evacuarea gazelor. Răcirea lipiturii și a zonelor învecinate trebuie să decurgă încet, pentru a

evita tensionarea și deci formarea fisurilor. Pentru eliminarea tensiunilor interne locale la piesele de fontă se poate aplica un tratament termic de recoacere.

Pentru lipirea pieselor din aliaje de cupru se folosește bronz cu staniu sau alamă cu argint.

La lipirea pieselor turnate din aliaje de aluminiu apar mari dificultăți din cauza stratului superficial de Al_2O_3 . Lipirea tare se execută cu aliaje Al—Si, Al—Zn sau Al—Cu, cu temperatura de topire puțin sub cea a metalului de bază. După lipire piesele trebuie supuse la tratament de recoacere.

7.4. PROCEDEUL DE REMANIERE CWM

Procedeul de remaniere prin sudare la rece denumit Coldweld (CWM) constă dintr-o reacție moleculară între două componente, „baza” și „activatorul”. Componentele se livrează sub formă de pastă care constă din substanțe moleculare și granule fine de oțel împreună cu granule fine din metale neferoase. Prin amestecarea celor două componente moleculele acestora se unesc, formînd lanțuri macromoleculare, care, prin încorporarea elementelor metalice formează o configurație tridimensională complicată. Rezultă un material complet nou, cu o bună rezistență mecanică și chimică.

Datele tehnice ale procedurii sînt următoarele:

- raport de amestecare: 1 : 1, după volum din cele două componente (baza și activatorul);

- timp de întărire: pentru tipul standard 3...4 h și pentru tipul rapid 3...4 min;

- durata de utilizare după amestecarea componentelor: tip standard circa 1 h; tipul rapid circa 2 min;

- rezistența îmbinării la compresiune, 1 200 kg/cm²;
- duritatea îmbinării, 85 HB;
- rezistența îmbinării la tracțiune, 440 kg/cm²;
- rezistența îmbinării la încovoiere, 790 kg/cm²;
- dilatarea liniară, $5,2 \times 10^{-5} \times 1/^\circ C$ în mm;
- capacitatea de aderență, 180...250 kg/cm²;
- prelucrabilitatea bună, similară cu metalul de bază;

- capacitatea de depozitare, nelimitată;
- rezistență bună la: acizi, alcalii, uleiuri, gaze, apă și carburanți;

- alte proprietăți: nu produce coroziune de contact și nu modifică gustul apei potabile.

Procedeul se recomandă pentru remanierea fisurilor în corpuri de armături, blocuri motoare, etc. Se pot remania piese din: oțel, fontă, oțeluri aliate și aliaje neferoase.

Suprafețele ce urmează a fi remaniate prin metoda coldweld trebuie bine curățate de oxizi și grăsimi și apoi uscate cu jet de aer sub presiune. În volum de 1 la 1 se amestecă bine cele două componente pînă la obținerea unei singure culori. Pasta astfel preparată se depune cu șpaclul, stratul depus fiind limitat ca grosime în funcție de mărimea defectului.

Se recomandă ca temperatura piesei în timpul remanierii să nu fie sub 0°C. După executarea remanierii este necesar să se curețe locul remaniat, aceasta înainte de întărirea pastei. În timpul operației de remaniere operatorul trebuie să poarte mănuși și ochelari protectori.

8. ORGANIZAREA REMANIERII DEFECTELOR DE TURNARE

Organizarea producției și a muncii într-o unitate industrială constituie un proces complex care trebuie realizat la toate nivelele începînd de la conducere, concepție-proiectare, continuînd cu aprovizionarea, cu producția propriu-zisă și terminînd cu desfacerea. În același timp, organizarea trebuie să asigure îmbinarea rațională a resurselor materiale cu cele umane în vederea obținerii unor rezultate economice optime [39].

Un obiectiv industrial, pentru a funcționa în condiții bune, trebuie organizat ca un ansamblu încheiat a două principale sisteme:

- un sistem operațional, care include concepția tehnologică, modul de organizare a muncii și ansamblul mijloacelor tehnice de producție;

- un sistem informațional, care cuprinde planificarea, organizarea, mobilizarea și controlul elementelor componente ale sistemului operațional.

Activitatea de organizare a producției de piese turnate trebuie concepută ca o activitate continuă, iar metodele și formele de organizare aplicate trebuie să fie în permanență în concordanță cu cerințele secțiilor de fabricație, funcție de volumul, performanțele și tipodimensiunile de piese necesare economiei sau cerute de beneficiar.

Turnătorii sînt încadrate ca secții de bază pregătitoare și au în structura lor de organizare trei com-

partimente principale: de bază, auxiliare și de deservire.

Compartimentul de bază format din atelierele de topire, formare-turnare și curățare-livrare, care este prevăzut cu sectorul sau dacă este cazul chiar atelierul care execută remanierea defectelor de turnare ale pieselor.

Poziția compartimentului de remaniere a defectelor de turnare rezultă din schema fluxului tehnologic de fabricație a pieselor turnate prezentată în fig. 97 [40].

Din schema de mai înainte se observă că operația de remaniere este o etapă normală în fluxul de fabricație a pieselor turnate și că ea urmează imediat după operația de curățare și debavurare.

8.1. ORGANIZAREA ATELIERULUI DE REMANIERE

Din practica întreprinderilor din țara noastră a rezultat că funcție de modul cum este organizată remanierea pieselor turnate depinde în mare măsură proporția finală de piese turnate rebutate. În prezent în turnătorii remanierea defectelor constatate înainte de livrarea pieselor turnate către beneficiari se execută în atelierele de curățare și destul de rar în ateliere special amenajate.

În fig. 98 este redată schematic succesiunea operațiilor la finisarea pieselor turnate în atelierul de curățătorie.

Suprafața destinată operațiunilor de remaniere este în funcție de aliajul din care se toarnă piesele, de complexitatea lor și de producția ce trebuie realizată în unitatea de timp.

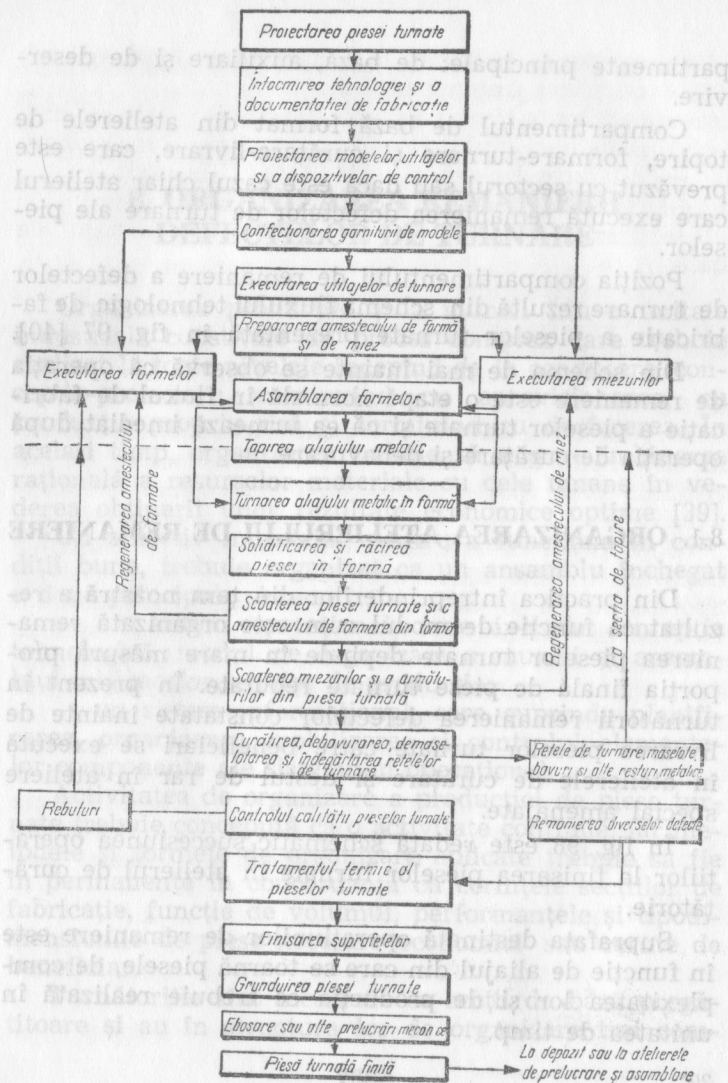


Fig. 97. Fluxul tehnologic de fabricație a pieselor turnate.

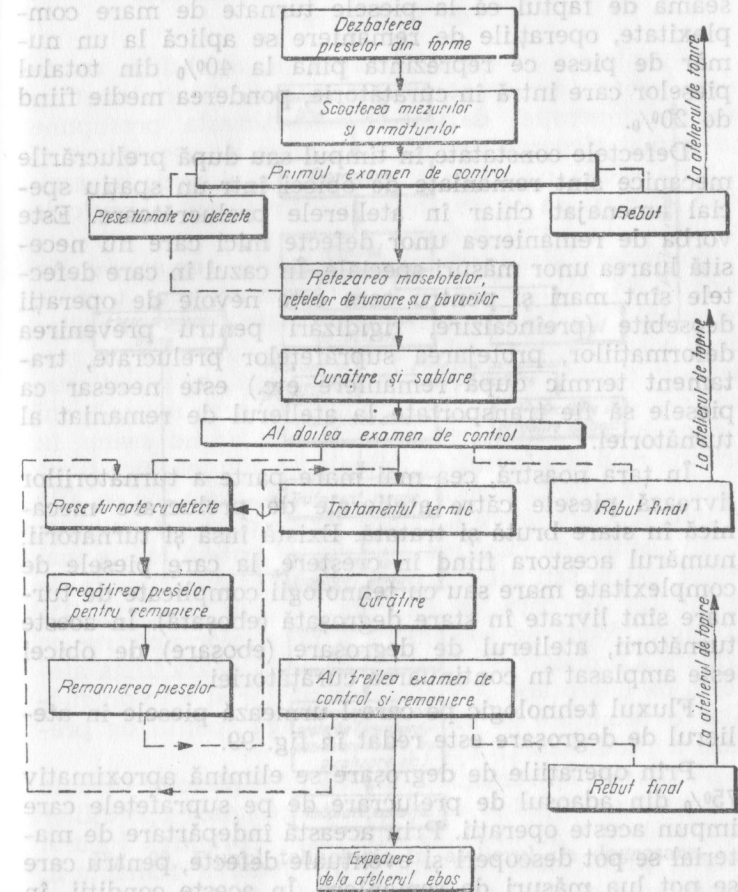


Fig. 98. Succesiunea operațiilor de finisare.

La proiectarea atelierelor de curățătorie se va ține seama de faptul că la piesele turnate de mare complexitate, operațiile de remaniere se aplică la un număr de piese ce reprezintă pînă la 40% din totalul pieselor care intră în curățătorie, ponderea medie fiind de 20%.

Defectele constatate în timpul sau după prelucrările mecanice sînt remaniate de obicei într-un spațiu special amenajat chiar în atelierele prelucrătoare. Este vorba de remanierea unor defecte mici care nu necesită luarea unor măsuri speciale. În cazul în care defectele sînt mari și pentru care este nevoie de operații deosebite (preîncălzire, rigidizări pentru prevenirea deformațiilor, protejarea suprafețelor prelucrate, tratament termic după remaniere etc.) este necesar ca piesele să fie transportate la atelierul de remaniat al turnătoriei.

În țara noastră, cea mai mare parte a turnătoriiilor livrează piesele către atelierele de prelucrare mecanică în stare brută și tratată. Există însă și turnătorii, numărul acestora fiind în creștere, la care piesele de complexitate mare sau cu tehnologii complicate de turnare sînt livrate în stare degroșată (eboșată). În aceste turnătorii, atelierul de degroșare (eboșare) de obicei este amplasat în continuarea curățătoriei.

Fluxul tehnologic pe care-l urmează piesele în atelierul de degroșare este redat în fig. 99.

Prin operațiile de degroșare se elimină aproximativ 75% din adaosul de prelucrare de pe suprafețele care impun aceste operații. Prin această îndepărtare de material se pot descoperi și eventuale defecte, pentru care se pot lua măsuri de remaniere. În aceste condiții, în atelierul de degroșare se va prevedea o suprafață dotată corespunzător pentru operația de remaniere [28].

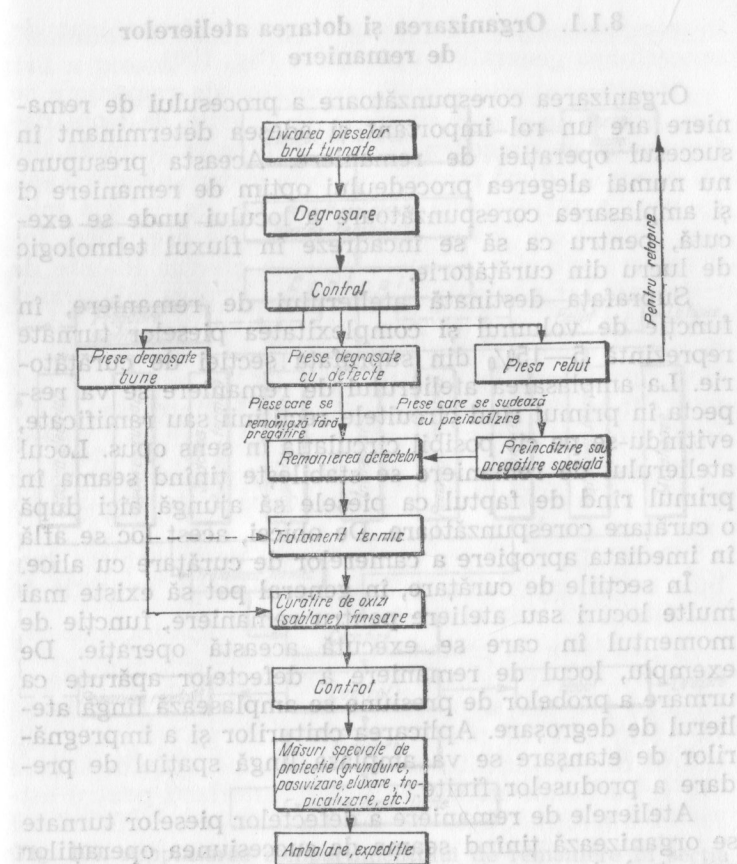


Fig. 99. Fluxul tehnologic în atelierul de degroșare.

8.1.1. Organizarea și dotarea atelierelor de remaniere

Organizarea corespunzătoare a procesului de remaniere are un rol important și adesea determinant în succesul operației de remaniere. Aceasta presupune nu numai alegerea procedurii optime de remaniere ci și amplasarea corespunzătoare a locului unde se execută, pentru ca să se încadreze în fluxul tehnologic de lucru din curățatorie.

Suprafața destinată atelierului de remaniere, în funcție de volumul și complexitatea pieselor turnate reprezintă 5—15% din suprafața secției de curățatorie. La amplasarea atelierului de remaniere se va respecta în primul rând circuitele rectilinii sau ramificate, evitându-se pe cât posibil circulația în sens opus. Locul atelierului de remaniere se stabilește ținând seama în primul rând de faptul ca piesele să ajungă aici după o curățare corespunzătoare. De obicei, acest loc se află în imediata apropiere a camerelor de curățare cu alicie.

În secțiile de curățare, în general pot să existe mai multe locuri sau ateliere pentru remaniere, funcție de momentul în care se execută această operație. De exemplu, locul de remaniere a defectelor apărute ca urmare a probelor de presiune se amplasează lângă atelierul de degroșare. Aplicarea chiturilor și a impregnărilor de etanșare se va amplasa lângă spațiul de predare a produselor finite.

Atelierele de remaniere a defectelor pieselor turnate se organizează ținând seama de succesiunea operațiilor care trebuie executate și care sînt: curățarea locului defect, prelucrarea defectului în vederea remanierii, remanierea propriu-zisă, curățare după remaniere, tratament termic, îndreptare, control tehnic, alte operații de finisare. Modul de amplasare a locurilor de muncă

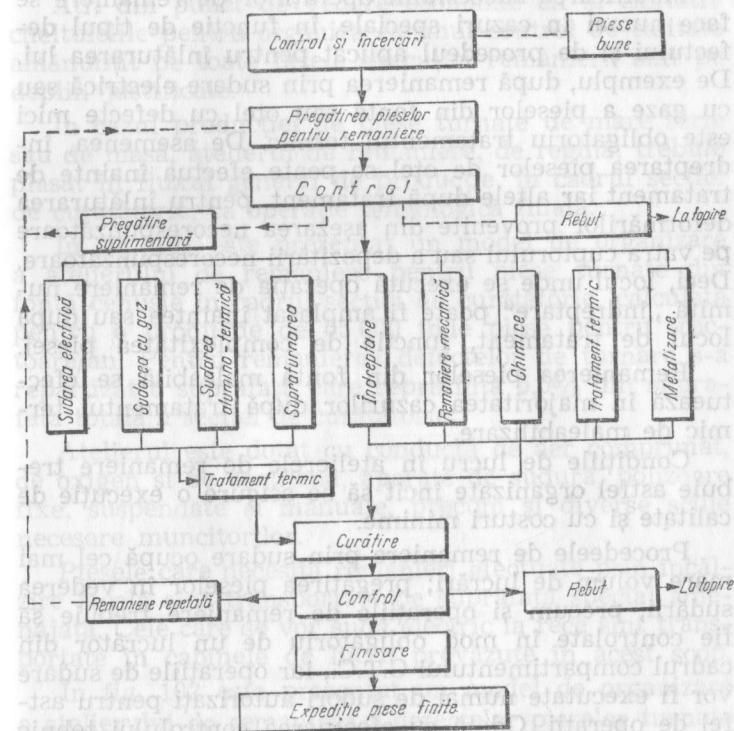


Fig. 100. Amplasarea compartimentului de remaniere în secția de curățatorie.

în compartimentul de remaniere este determinat de succesiunea generală a operațiilor (fig. 100).

Modificarea succesiunii operațiilor de remaniere se face numai în cazuri speciale, în funcție de tipul defectului și de procedeul aplicat pentru înlăturarea lui. De exemplu, după remanierea prin sudare electrică sau cu gaze a pieselor din fontă sau oțel cu defecte mici este obligatoriu tratamentul termic. De asemenea, îndreptarea pieselor de oțel se poate efectua înainte de tratament iar altele după tratament, pentru înlăturarea deformărilor provenite din așezarea necorespunzătoare pe vatra cuptorului sau a depozitării necorespunzătoare. Deci, locul unde se execută operația de remaniere numită „îndreptare“ poate fi amplasat înaintea sau după locul de tratament, funcție de complexitatea piesei.

Remanierea pieselor din fontă maleabilă se efectuează în majoritatea cazurilor după tratamentul termic de maleabilizare.

Condițiile de lucru în atelierele de remaniere trebuie astfel organizate încât să se asigure o execuție de calitate și cu costuri minime.

Procedeele de remaniere prin sudare ocupă cel mai mare volum de lucrări; pregătirea pieselor în vederea sudării, precum și operațiile de remaniere trebuie să fie controlate în mod obligatoriu de un lucrător din cadrul compartimentului C.T.C., iar operațiile de sudare vor fi executate numai de sudori autorizați pentru astfel de operații. Odată cu efectuarea controlului tehnic și stabilirea pieselor defecte se vor preciza și cele care sînt admise pentru a fi remaniate.

În anumite situații, experiența a dovedit că sînt piese la care în timpul pregătirii pentru remaniere ies în evidență noi defecte, sau se constată că defectele sînt mult mai mari; în această situație se impune re-

analizarea deciziei mergînd pînă la rebutarea definitivă a piesei.

Atît din punct de vedere economic cit și calitativ cheltuielile pentru organizarea unui control de calitate amănunțit pe toate fazele execuției remanierii sînt pe deplin justificate.

În cazul producției de piese turnate de mare serie sau de masă, atelierul de remaniere, de regulă, trebuie plasat în fluxul general de producție, în cadrul secției de curățătorie, ca operație tehnologică finală.

În fig. 101 este prezentat un model de organizare a atelierului de remaniere pentru piese turnate din fontă cenușie în cadrul secției de curățătorie, calculată pentru o producție de 65 000 tone piese pentru tractoare/an. Pentru remanierea defectelor de turnare s-a repartizat o suprafață care reprezintă 5,5% din suprafața totală a secției de curățătorie.

Atelierul este dotat cu conductă de aer comprimat, de oxigen și de acetilenă, aparate de sudură, polizoare fixe, suspendate și manuale, precum și diverse scule necesare muncitorilor.

Piese care necesită remanieri efectuate prin încălzire locală sînt transportate pe suprafața special amenajată. Cele care se vor suda electric la rece sînt transportate în cabinele de lucru prevăzute în acest scop.

În fig. 102 este prezentat un model de organizare a atelierului de remaniere a defectelor pieselor turnate din oțel într-o curățătorie cu o capacitate anuală de 20 000 t. Acest atelier ocupă 7% din suprafața totală a curățătoriei și este amplasat pe linia stîlpilor care despart cele două hale ale curățătoriei. După remanierea prin sudare piesele sînt trimise la tratament termic.

Organizarea atelierelor de remaniere a defectelor pieselor turnate din metale neferoase se deosebește în principiu de secțiile analizate mai înainte.

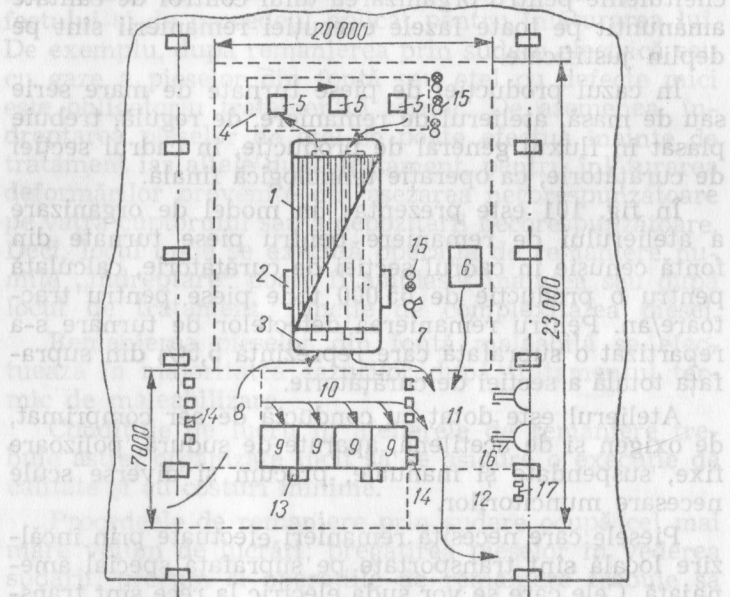


Fig. 101. Organizarea unui atelier de remaniere:
1 — cuptorul de încălzire; 2 — aparate de control; 3 — dispozitiv de împingere; 4 — masa de sudare cu gaze cu preîncălzire; 5 — locul de muncă al sudorului cu gaze; 6 — masa pentru sudare cu gaze și încălzire locală; 7 — arzător cu gaze; 8 — pregătirea pieselor pentru sudare și preîncălzire; 9 — cabine pentru sudare la rece; 10 — locul de pregătire al piesei pentru sudare, fără încălzire; 11 — finisarea piesei după sudare; 12 — recepția, controlul tehnic; 13 — mașini de sudat; 14 — robinet de aer comprimat; 15 — punct de gaze și oxigen; 16 — polizor suspendat; 17 — polizor fix.

Remanierea defectelor se recomandă să se facă după operația de degroșare, deoarece o parte importantă a defectelor pot fi eliminate odată cu îndepărtarea ada-

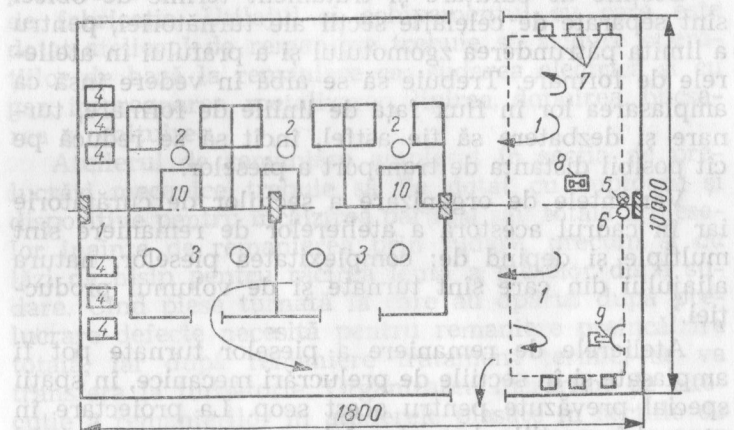


Fig. 102. Atelier de remaniere pentru piese din oțel:
1 — locul de pregătire a pieselor pentru sudare și curățarea lor după sudare; 2 — cabine pentru sudarea electrică a pieselor mici; 3 — cabina de sudare electrică a pieselor mijlocii și mari; 4 — mașini electrice de sudură; 5 — conducta de gaze; 6 — conducta de oxigen; 7 — robinet de aer comprimat; 8 — polizor staționar; 9 — polizor suspendat; 10 — masa.

surilor de prelucrare. Încălzirea pentru remanierea pieselor din metale neferoase la cald, trebuie să se facă numai în cuptoare dotate cu aparatura de reglare automată a temperaturii. Măsura este necesară, deoarece supraîncălzirea aliajelor neferoase nedorită, nu se poate sesiza ușor deoarece acestea nu-și schimbă culoarea, iar temperaturile de trecere în stare lichidă sînt relativ joase.

Utilajele cu care este dotat un atelier de remaniere pentru metale neferoase sînt aceleași ca și pentru oțel sau fontă.

Secțiile de curățare și tratament termic de obicei sînt separate de celelalte secții ale turnătoriei, pentru a limita pătrunderea zgomotului și a prafului în atelierile de formare. Trebuie să se aibă în vedere însă ca amplasarea lor în flux față de liniile de formare, turnare și dezbatere să fie astfel, încît să se reducă pe cît posibil distanța de transport a pieselor.

Variantele de organizare a secțiilor de curățătorie iar în cadrul acestora a atelierelor de remaniere sînt multiple și depind de: complexitatea pieselor, natura aliajului din care sînt turnate și de volumul producției.

Atelierele de remaniere a pieselor turnate pot fi amplasate și în secțiile de prelucrări mecanice, în spații special prevăzute pentru acest scop. La proiectare în general în secțiile de prelucrări mecanice nu se prevăd spații destinate remanierii defectelor de turnare dar experiența practică a dovedit că organizarea de ateliere de remaniere în aceste secții este o soluție eficientă. În realitate, aproape în fiecare secție de prelucrări mecanice în care se prelucurează un volum însemnat de piese turnate ar trebui să existe ateliere de remaniere a defectelor de turnare. Dimensionarea acestor ateliere, precum și dotarea lor se face în funcție de volumul și complexitatea pieselor ce se prelucurează. Se estimează că din totalul pieselor aduse în secția de prelucrări mecanice, 5...10% vor necesita remanieri a unor defecte depistate în procesul de prelucrare. Sarcina organizării optime a atelierelor de remaniere în cadrul secțiilor de prelucrări mecanice este recomandabil să revină furnizorului de piese, adică

secției de turnătorie. Prin atribuirea sarcinilor de execuție și conducere a operațiilor de remaniere secției turnătorie crește răspunderea acesteia față de calitatea pieselor, ceea ce contribuie la reducerea cheltuielilor de fabricație. Utilajul și echipamentul cu care este dotat atelierul de remaniere trebuie să asigure operațiilor de bază la remaniere ca: sudarea electrică și cu gaz, impregnarea, metalizarea, lipirea, dopuirea, bușarea și chituirea.

Atelierul de remaniere amplasat în secția de prelucrări mecanice trebuie să fie dotat cu cuptoare și dispozitive pentru încălzirea parțială sau totală a pieselor înainte de remanierea prin sudare, precum și cu lăzi de nisip pentru răcirea lentă a pieselor după sudare. Cînd piesa turnată la care au apărut după prelucrare defecte necesită pentru remaniere preîncălzire totală, iar după remaniere tratament termic, se va transfera la turnătorie. Organizarea lucrărilor de execuție a remanierilor în atelierele plasate în secțiile de prelucrări mecanice trebuie să decurgă similar cu cele din cadrul secțiilor de turnătorie. Remanierea pieselor care nu trebuie preîncălzite se poate efectua în diferite locuri special amenajate al acesteia. Atelierul de remaniere dotat cu aparatură necesară se va organiza într-un singur loc în secție, pe fluxul tehnologic sau separat de acesta, în funcție de condițiile tehnice de execuție.

8.2. ORGANIZAREA LOCULUI DE MUNCĂ PENTRU REMANIERE

Locul de muncă trebuie astfel organizat încît remanierea să se realizeze cu cît mai mică risipă de energie umană și cu productivitate maximă. În acest scop trebuie ca:

— sculele și materialele să aibă un loc fix, bine determinat, care să intre în obișnuință și să fie plasate în zona de muncă maximă, cât mai aproape de muncitor;

— sculele și materialele să fie pregătite dinainte, pentru a evita căutarea lor după începerea lucrului;

— locul de muncă trebuie să fie bine iluminat iar condițiile de lucru să asigure muncitorului o poziție cât mai comodă în timpul lucrului;

— culoarea locului de muncă să contrasteze cu aceea a piesei de remaniat, pentru a reduce oboseala vederii, cu efect negativ asupra defășurării operației de remaniere.

În cazul unui loc de muncă în care remanierea se face prin sudare este necesar să se amenajeze o cabină închisă cu paravane sau cu perdele de culoare deschisă mată [41].

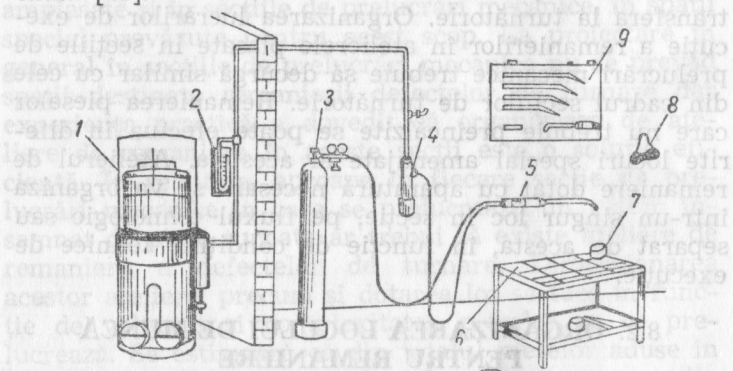


Fig. 103. Post de sudare cu flacără:

1 — generatorul de acetilenă; 2 — supapa hidrostatică de siguranță; 3 — buteliile de oxigen reductor cu manometru; 4 — conexiunea furtunului la instalația de acetilenă; 5 — suflaiul de sudare; 6 — masa de lucru; 7 — piesa turnată; 8 — ochelari de protecție; 9 — trusa.

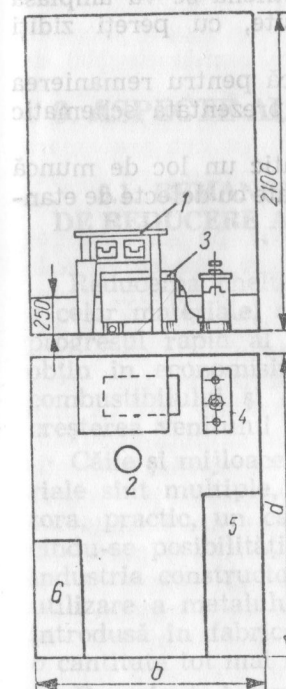


Fig. 104. Post de sudare electrică:

1 — masa de lucru; 2 — scaunul sudorului; 3 — sursa de curent; 4 — dulapul de comandă; 5 — loc pentru piese cu defecte; 6 — loc pentru piese remaniate.

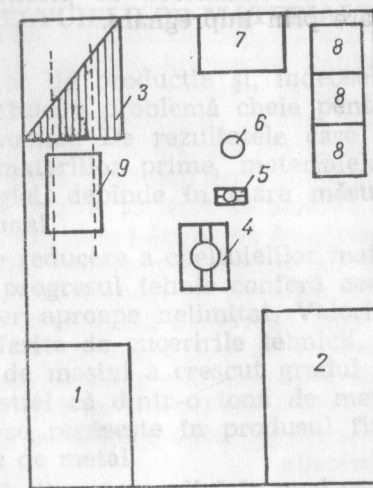


Fig. 105. Loc de muncă pentru remanierea prin impregnare:

1 — piese defecte; 2 — piese remaniate; 3 — mașina de presare; 4 — cuptorul electric de încălzire; 5 — pompa manuală; 6 — scaunul lucrătorului; 7 — depozit de materiale; 8 — rezervoare; 9 — vatră mobilă.

În fig. 105 se prezintă schematic un loc de muncă pentru remanierea de piese turnate cu defecte de etanșare prin impregnare.

9.1. REMANIEREA, SURSĂ IMPORTANTĂ DE REDUCERE A CHELTUIELILOR MATERIALE

Reducerea cheltuielilor de producție și, îndeosebi, a celor materiale, constituie o problemă cheie pentru progresul rapid al economiei. De rezultatele care se obțin în economisirea materiilor prime, materialelor, combustibilului și energiei, depinde în mare măsură creșterea venitului național.

Căile și mijloacele de reducere a cheltuielilor materiale sînt multiple, iar progresul tehnic conferă acestora, practic, un caracter aproape nelimitat. Valorificîndu-se posibilitățile oferite de cuceririle tehnicii, în industria constructoare de mașini a crescut gradul de utilizare a metalului, astfel că dintr-o tonă de metal introdusă în fabricație se regăsește în produsul finit o cantitate tot mai mare de metal.

-151- Experiența întreprinderilor care aplică în mod organizat remanierea defectelor de turnare dovedește că pe această cale se îmbunătățește calitatea pieselor, iar economiile obținute sînt importante. Desigur că scăderea ponderii pieselor neacceptate pentru a fi introduse în fazele următoare ale procesului de fabricație trebuie să fie realizată, în primul rînd, prin elaborarea unor procedee tehnologice de turnare moderne și prin respectarea întocmai a tuturor prescripțiilor tehnolo-

gice de execuție. Dar există și situații când o parte din piesele turnate realizate nu sînt corespunzătoare din toate punctele de vedere. Potrivit unui studiu efectuat în cîteva mari întreprinderi, la un număr de 500 de piese turnate a rezultat că sînt respinse în medie 7% din acestea deoarece prezintă defecte de turnare. De aceea, trebuie găsite soluții pentru ca cea mai mare parte a acestor piese, pe bază de remanieri, să fie re-introduse în circuitul de fabricație, ca piese bune.

Bazați pe experiența existentă, pe cunoașterea acțiunii întregului complex de factori care concură la realizarea pieselor din aliaje turnate, la nivelul cerințelor actuale se poate afirma că este necesar să fie reconsiderată actuala opinie a unor specialiști de a califica uneori cu oarecare ușurință drept rebuturi piese cu defecte de turnare ce pot fi remaniate fără ca prin aceasta să se aducă vreun prejudiciu calității produsului. Ca urmare, din motive tehnico-economice se justifică însușirea în mare măsură a punctului de vedere al unor specialiști din țara noastră sau din turnătoriile mari cu un bun renume, conform căruia o parte din defectele rezultate prin turnare pot și trebuie să fie remaniate, ce trebuie să fie inclusă ca o metodă permanentă, de sine stătătoare, în fluxul tehnologic de fabricație.

Varietatea, multitudinea, tehnicitatea și economicitatea procedeelor de remaniere a defectelor de turnare a determinat pe majoritatea marilor producători din lume să le aplice, în ultimii ani, fără nici un fel de rezervă. Nivelul calitativ al pieselor realizate de o anumită turnătorie este apreciat și în funcție de modul în care este organizat compartimentul sau atelierul de remaniere și, în special, după cum este echipat acesta și după nivelul tehnologiilor de remaniere aplicate.

Prin organizarea de ateliere pentru remanierea defectelor de turnare la nivelul necesităților, ponderea pieselor necorespunzătoare poate fi substanțial redusă.

Din studiile efectuate la cîteva întreprinderi pe un număr mare de tipodimensiuni de piese turnate rezultă că ponderea cheltuielilor necesare pentru remanierea defectelor de turnare, față de costul pentru turnarea unei piese noi, variază între 2 și 55%, în funcție de aliajul din care este confecționată, mărimea și complexitatea acesteia, precum și de procedeul de remaniere folosit [5].

9.2. EFICIENȚA REMANIERILOR ȘI CALITATEA PIESELOR TURNATE

Eficiența economică este considerată ca expresie a raportului dintre efectul util (rezultatul) și cheltuiala (efortul) făcută pentru obținerea lui. Cu cît efectul realizat pe unitatea de cheltuială este mai mare sau, invers, cu cît este mai mică cheltuiala ocazionată de producerea unui anumit efect util, cu atît eficiența economică este mai ridicată.

Relația generală de exprimare a eficienței economice este dată de formula

$$E_e = \frac{Q}{C}, \quad (21)$$

în care:

Q este volumul anual al producției obținute;

C — volumul anual al cheltuielilor de producție.

Rezultă că E_e trebuie urmărită atît în ramurile producției materiale cît și în activitățile neproductive. Ponderea pieselor cu defecte de turnare și neacceptate

a fi introduse în ciclul de producție influențează direct asupra eficienței economice a secției de fabricație sau a întreprinderii.

Prin calitatea pieselor turnate se înțelege totalitatea proprietăților acestora, măsura în care ele satisfac necesitățile industriei constructoare de mașini ca rezultat al performanțelor tehnico-economice și estetice, a gradului de utilizare și eficiență pe care le asigură. Evident, orice piesă turnată cu defecte care nu se încadrează în prescripțiile tehnice impuse va fi respinsă de organul C.T.C., pentru a-și continua fazele de execuție conform cu itinerarul tehnologic de fabricație. Decizia ca piesa să fie remaniată sau rebutată este o acțiune foarte importantă și trebuie efectuată cu multă competență profesională. Pentru ca o piesă să fie admisă în continuarea fluxului trebuie să se respecte următoarele condiții restrictive:

1) Condiția economică:

$$\Sigma C_r < P_b - M + C_c \quad (22)$$

în care:

C_r este suma cheltuielilor pentru remanierea defectelor de turnare ale piesei;
 P_b — valoarea piesei fără defecte;
 M — valoarea metalului din piesă;
 C_c — valoarea cheltuielilor ocazionale de prelungirea ciclului de execuție sau transport.

2) Condiția calitativă:

$$K_r \geq K_b \quad (23)$$

în care:

K_r este valoarea caracteristicilor mecanice, estetice și funcționale ale piesei remaniate;

K_b — valoarea caracteristicilor piesei fără defecte, conform prescripțiilor.

Dacă sînt îndeplinite întocmai cele două condiții restrictive, orice piesă turnată poate, și mai ales trebuie, să fie remaniată. Organizarea unui program de acțiuni pentru intensificarea aplicării în mod științific a procedeelor moderne de remaniere a pieselor turnate din materiale metalice cu siguranță va conduce la obținerea de economii importante în industria noastră constructoare de mașini în plin avînt.

10. EXEMPLE DE PIESE TURNATE ȘI REMANIMATE

În baza experienței pozitive se poate afirma că în prezent în multe din întreprinderile producătoare de piese turnate remanierea defectelor de turnare prin diferite procedee și în special prin sudare a atins un nivel de calitate și productivitate ridicat. Nivelul calitativ la care se fac remanierea asigură pieselor turnate o funcționare bună în exploatare. În prezent nu mai constituie probleme de nesoluționat remanierea unor piese de mare răspundere în exploatare cum sînt: blocurile de motoare, carcase de cutii de viteză, turbine și pompe de presiune, batiuri de mașini-unelte, roți dințate etc. În majoritatea cazurilor remanierea se efectuează astfel că piesele nu mai pot fi deosebite din punct de vedere al performanțelor de cele care nu au avut defecte.

În continuare se prezintă exemple de piese turnate și remaniate de întreprinderile constructoare de mașini.

În fig. 106 se prezintă o carcasă de reductor turnată din fontă în curs de debavurare la care micile defecte de suprafață vor fi eliminate prin polizare.

În fig. 107 se prezintă un corp de vană debavurat și pregătit pentru a fi remaniat prin chituire iar în fig. 108 o piesă remaniată prin chituire pe suprafața peretelui frontal la care defectele au apărut după prelucrare.

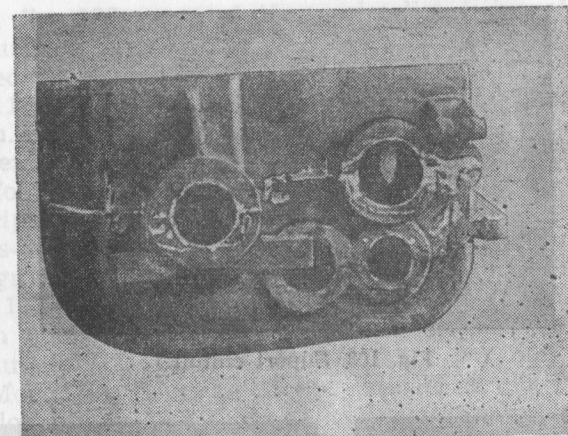


Fig. 106. Carcasă de reductor în curs de debavurare.

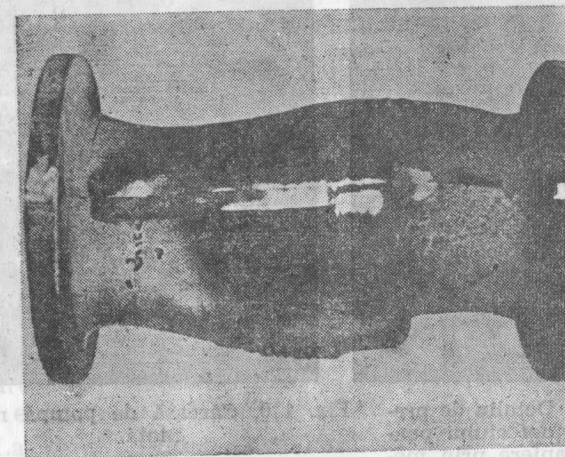


Fig. 107. Corp de vană cu defecte.

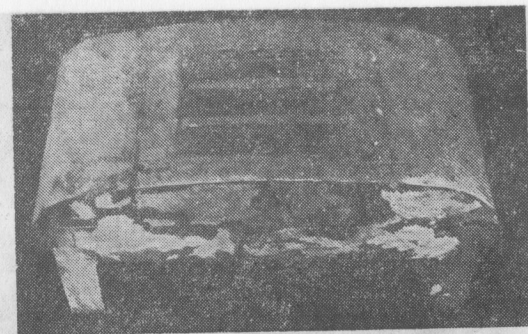


Fig. 108. Suport chituit.

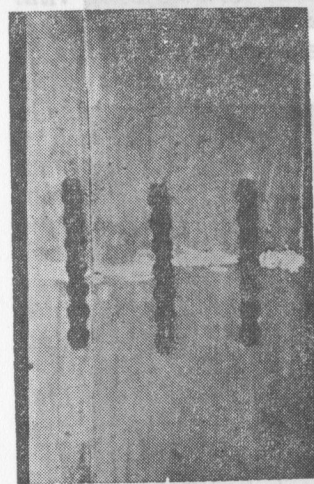


Fig. 109. Detaliu de pregătire a defectului pentru remaniere prin metoda Metalock.

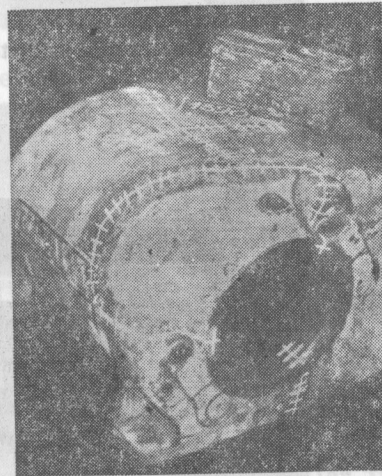


Fig. 110. Carcasă de pompă remaniată.

În fig. 109 se prezintă un detaliu de pregătire a locașurilor pentru introducerea elementelor de îmbinare în vederea remanierii prin metoda Metalock, iar în fig. 110 o piesă spartă și remaniată prin acest procedeu.

Remanierea unui batiu de mașină de frezat turnat din fontă cu sufluri la alezajul ($\varnothing=150$ mm) axului principal dispersate pe circa 25% din suprafața acestuia s-a realizat cu bucsă din același material cu batiul (cu grosimea peretelui, 6 mm) fixată prin presare (fig. 111).

În fig. 112 se prezintă carcasa exterioră de medie presiune de la turbina de 330 MW din oțel turnat T15MoC22, cu fisuri pe părțile indicate cu alb. Pregătirea locului cu defect de remaniat se realizează prin craițuire cu arc-aer, preîncălzire la 200—250°C și apoi polizare. Remanierea piesei s-a realizat prin sudare cu electrozi OK 76.28 și MOC1Cr2B.

În timpul operației de sudare piesa se acoperă cu o prelată de azbest (fig. 113) lăsându-se o deschizătură numai la locul de sudare. Prelata are rolul de a proteja piesa împotriva influenței curenților de aer din secție.

Localizarea defectelor interioare se face prin control cu radiații gama într-o încăpere special amenajată la subsol (fig. 114), iar în secție se face un control amănunțit cu ultrasunete (fig. 115).

La carcasa de la pompa de alimentare 50% pentru turbina de 330 MW (fig. 116) din oțel turnat T12CrMo8, în greutate de 550 kg defectul (retasură) s-a remaniat după pregătirea locului prin craițuire și polizare prin sudare cu arc electric, după preîncălzire la 250°C, folosind electrozi MOC1Cr2B.

La ventilul de la turbina de 330 MW turnat din oțel T16MoC10 în greutate de 1400 kg (fig. 117) de-

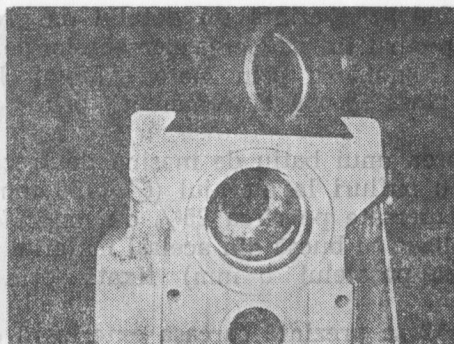


Fig. 111. Bucșarea unui batiu de freză.

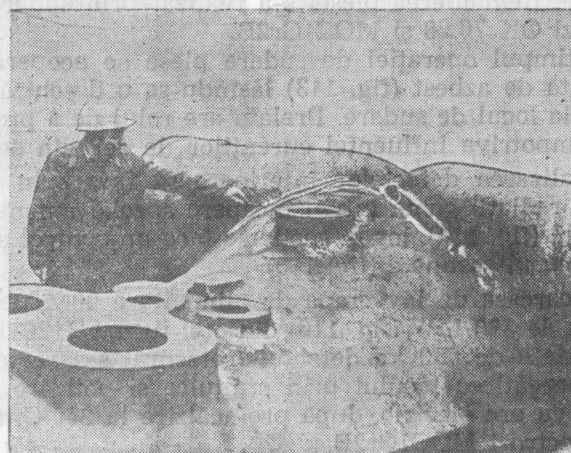


Fig. 112. Fisuri exterioare la o carcasă de turbină.

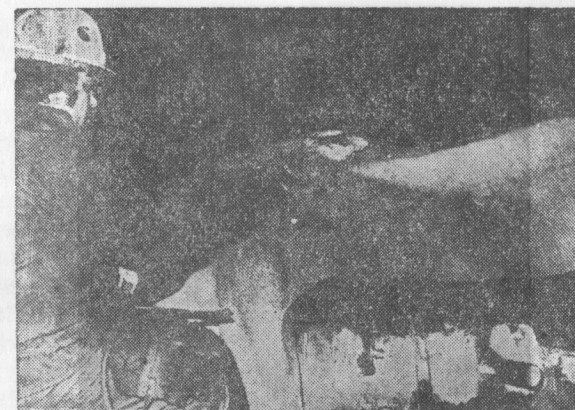


Fig. 113. Remanierea prin sudare la o carcasă de turbină.



Fig. 114. Pregătirea unui control cu raze gama.



Fig. 115. Controlul cu ultrasunete.

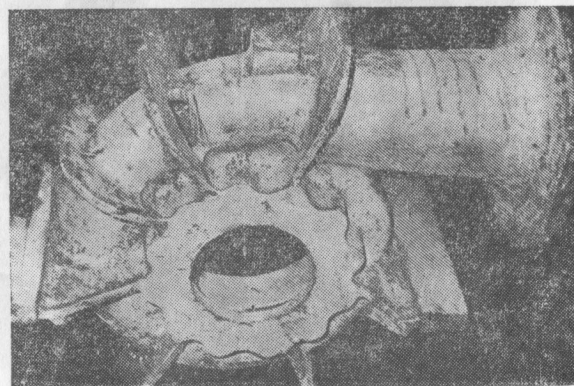


Fig. 116. Carcasă de pompă de alimentare cu defecte.



Fig. 117. Retasură craiuită într-un ventil de la turbina 330 MW în vederea remanierii.



Fig. 118. Batiu cu parte neuniformă a plății de fund.

fectele con-
s-au reman-
călărie la 200-
COIC-2B.
ință de rabo-
alpa patului
metal lichid
izat prin su-
amestece pe
(0) Piesa a-
ăcându-se cu
C. Ponta H-
ă a cavității
epusupție de
alelei defec-
a fundul băii
cu o vergea
mașina de
adinc-
tr-un ventil de la turbina
330 MW în vederea remanierii.
preșărie preșărie
timbul en-
zează, pas-
mă de
nat 500°C
la fig.
preșărie
Shaping
in fig.
mului Dac
de năi jec
lectul se
remanierii

fectele constatate (retasuri) prin control cu raze gama s-au remaniat prin sudare cu arc electric după preîncălzire la 200—250°C, folosind electrozi MOC1Cr2B.

În fig. 118 se prezintă un batiu de mașină de rabotat (Shaping 700), cu peretele lateral la talpa batiului în lungime de circa 250 mm neumplut cu metal lichid la turnare. Remanierea defectului s-a realizat prin supraturnare. Locul defect s-a înconjurat cu amestec pe bază de nisip (Doclin), argilă și apă (fig. 119). Piesa s-a preîncălzit la 580—620°C, supraturnarea făcându-se cu fontă lichidă supraîncălzită la circa 1500°C. Fonta lichidă se toarnă pînă la umplerea completă a cavității formei, după care urmează „spălarea” cu jet subțire de metal lichid, plimbînd oala deasupra suprafeței defectului pînă ce acesta începe să se topească la fundul băii lichide. Topirea se constată prin control cu o vergea din oțel prin atingere.

În fig. 120 se prezintă un braț de la mașina de găurit radial turnat din fontă cu retasuri (cu adîncimea sub 20 mm) dispersate la capătul ghidajelor remaniate prin sudare cu electrozi marca EF-NiCu, după o pregătire prealabilă prin frezare a locului defect. În timpul sudării s-a urmărit ca piesa să nu se încălzească peste temperatura suportabilă prin atingere cu mîna de către sudor. După sudare, piesa s-a detensionat 500°C timp de 6 h.

În fig. 121, *a* și *b* se prezintă defectul și modul de pregătire a acestuia la un batiu de la mașina de rabotat Shaping 800, turnat din fontă.

În fig. 122, *a*, se prezintă blocul motor al autoturismului Dacia 1300, cu suflură plasată în zona filetului de ulei ieșită în evidență la prelucrarea mecanică. Defectul se prezintă mai clar în fig. 122, *b*. Defectul s-a remaniat prin sudare la cald (700°C) cu flacără oxia-

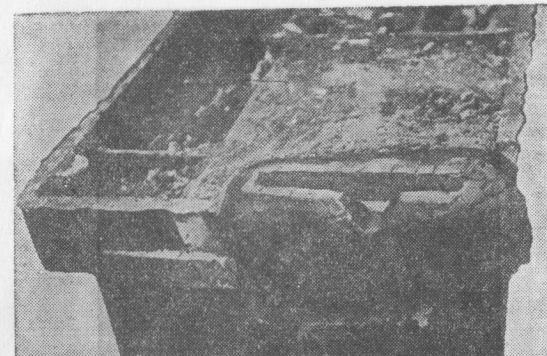


Fig. 119. Piesă pregătită pentru supraturnare.

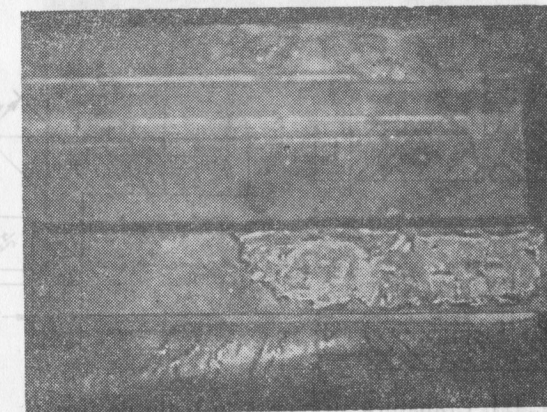


Fig. 120. Detaliu remaniat prin sudare.

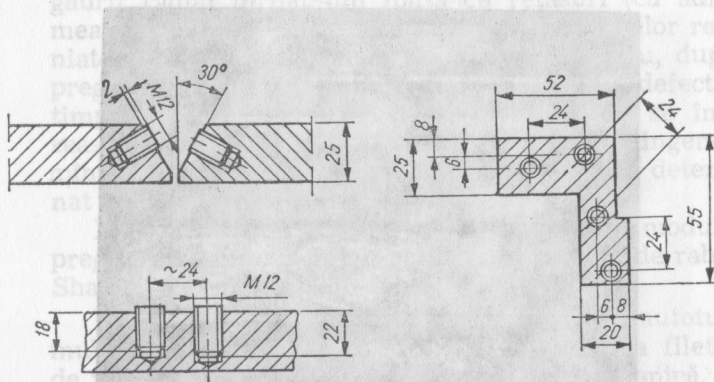


Fig. 121. Crăpătură străpunsă în batiu de freză:
a — forma defectului; b — pregătirea defectului pentru remaniere.

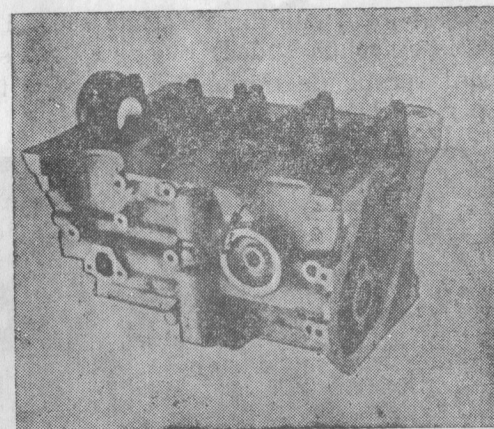


Fig. 122. Bloc motor pentru autoturismul Dacia 1300:
a — înainte de remaniere; b — după remaniere.

tilenică și vergele turnate din fontă de aceeași compoziție cu a piesei. După sudare blocul a fost supus la un tratament termic de normalizare pentru finisarea structurii perlito-feritice.

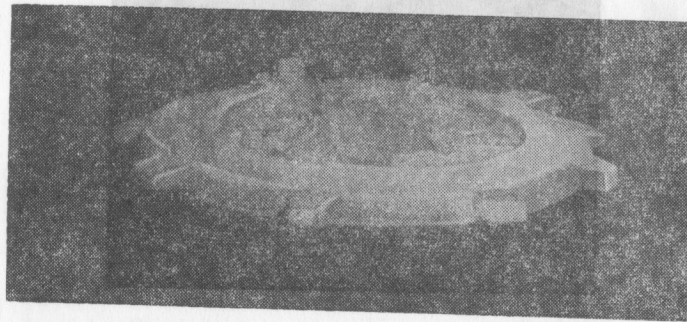


Fig. 123. Fisură la o punte pentru perie.

Remanierea prin sudare a pieselor turnate din fontă cu grafit nodular a făcut obiectul unor experimentări efectuate la I.C.P.T.S.C. București. În fig. 123 se prezintă o punte pentru perie de la locomotiva electrică turnată din fontă nodulară și sudată la cald cu flacără oxiacetilenică cu vergele turnate din material cu aceeași compoziție cu a punții.

Microstructurile metalului de bază (fig. 124, a) au indicat nodule de diametre 40—60 μm și structură a masei metalice de bază perito-perlitică cu circa 10—15% ferită. În metalul depus apar nodule foarte mici de diametre 25—40 μm , structură ferito-perlitică cu circa 10% ferită și în unele straturi separări de cemențită (fig. 124, b). După sudare se recomandă tratament termic de normalizare.

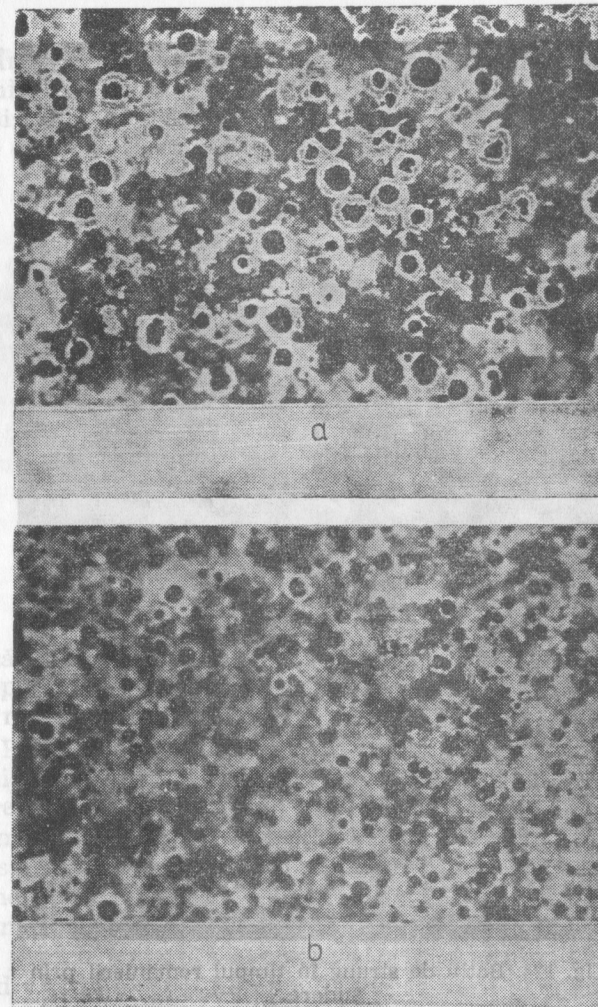


Fig. 124. Microstructuri în metalul de bază și în metalul depus:

a — metal de bază (100 : 1); b — metal depus (100 : 1).

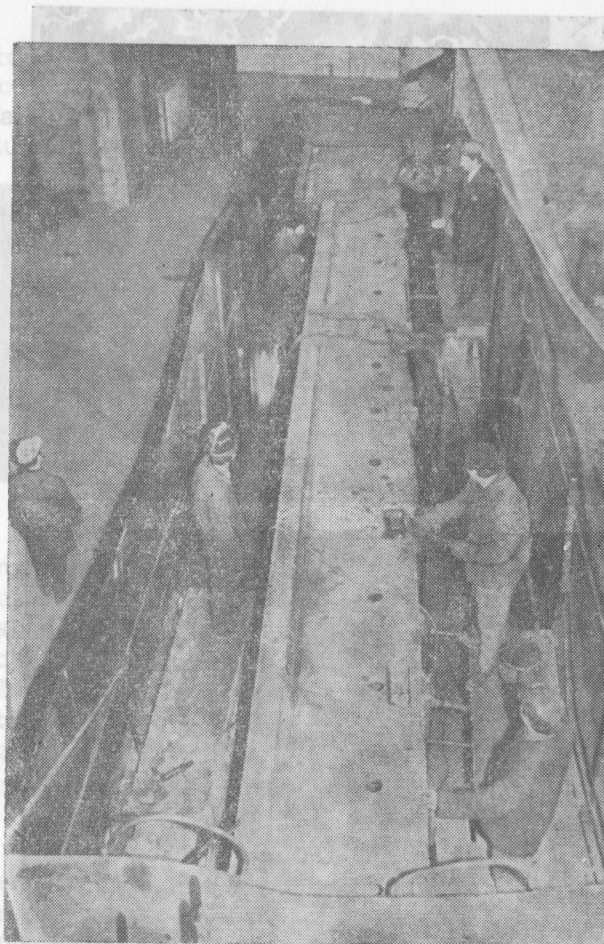


Fig. 125. Batiu de strung în timpul remanierii prin sudare.

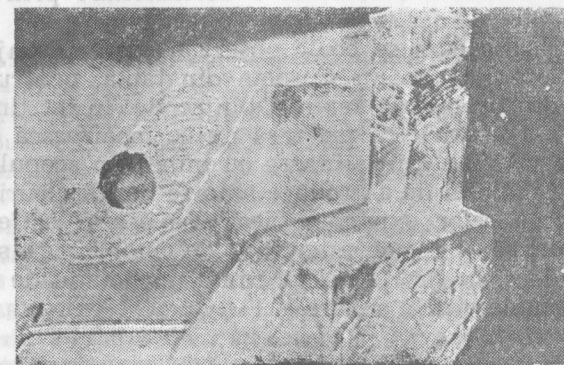


Fig. 126. Detaliu de nervură fisurată și remaniată prin sudare.

În fig. 125 se prezintă ansamblul instalației de remanierie (la Întreprinderea mașini grele București) a unui batiu de strung turnat din fontă Fc 250 în greutate de livrare de 35 000 daN. Structura metalului de

bază este perlitică (90% perlită) conținând ferită în proporție de 5—8%, eutectic fosforos și într-o proporție mai mică cementită.

Pentru asemenea piese, înainte de prelucrarea mecanică finală se recomandă un tratament de detensionare naturală timp de cel puțin 6 luni. Detensionarea prin încălzire în cuptor a determinat apariția de fisuri plasate în nervurile de rigidizare ale glisierelor, având dimensiuni: lungime 300—1 700 mm, iar în unele locuri lățime cuprinsă între 10 și 90 mm. Pregătirea defectelor pentru sudare s-a efectuat prin craițuire cu electrod Castolin tip Chamfer Trode la rece și apoi polizare până la material fără defect. În locurile cu de-

fecte late s-au introdus plăcuțe din oțel inoxidabil de grosime egală cu a nervurii. Sudura s-a efectuat la rece cu electrozi din import Castolin 2—24 și arcos tip Mixal 23, în straturi succesive. După fiecare strat depus prin sudare s-a efectuat o detensionare prin ciocănire.

Batiul, așa cum se poate observa, a fost înconjurat de jur împrejur cu un paravan din tablă, pentru a-l proteja de curenții de aer reci din secție. În tot timpul sudării s-a urmărit ca piesa să nu se încălzească prea mult (se verifică prin atingere cu mâna). În scopul eliminării tendinței de a produce amorse noi de fisuri sau dezvoltarea celor existente piesa s-a așezat astfel ca în nervuri să se formeze tensiuni de comprimare și nu de întindere. În fig. 126 se prezintă un detaliu de nervură remaniată prin sudare.

BIBLIOGRAFIE

1. ATKINSON, C. **First British Standard on repair welding of castings.** În: Brit. Foundryman. nr. 5, 1970.
2. AVRAM, I. și SĂLĂGEAN, T. **Procedee conexe sudării.** București, Editura tehnică, 1968.
3. BATMANOV, A. V. **Svarka ciuguna.** Moscova, Mașghiz, 1961.
4. BERINDE, V. **Cercetări asupra încărcării prin sudare cu plasmă a aliajelor greu fuzibile rezistente la coroziune și uzură.** Teză de doctorat, I. P. Timișoara, 1970.
5. BERINDE, V. **Creșterea ponderii produselor de calitate, prin utilizarea unor tehnologii noi, o importantă sursă de reducere a cheltuielilor materiale în turnătorii.** În: Revista Economică, nr. 42, 1977.
6. BLONDEL, A. **Pratique du contrôle non destructif des pièces en acier moulé.** Paris, Editions techniques des industries de la fonderie, 1969.
7. BRANDT, W. R. și RISTAN, K. A. **Saving defective castings by upgrinding.** În: Welding Journal, nr. 8, 1972.
8. BRISCAN, D. **Bazele teoretice ale turnării.** București, Editura Didactică și Pedagogică, 1967.
9. BROQUET, P. **Soudage des fontes non alliés.** În: Fonderie, nr. 311, 1972.
10. BUTALOV, A. V. **Borba s brakom v liteinom proizvodstvo.** Moscova, Mașghiz, 1953.
11. DIAȘLOV, N. V. și SOKOLOV, S. F. **Ispravlenie porokov stalnogo i čvetnogo litia.** Moscova, Mașghiz, 1955.
12. DRĂGULIN, M., SOFRONIE, M. și IORDĂNESCU, P. **Mulțitorii turnători și calitatea pieselor turnate.** București, Editura Tehnică, 1973.

CUPRINS

1. Considerații generale	7
1.1. Introducere	7
1.2. Particularități ale turnării pieselor	9
1.3. Controlul tehnic în turnătorii	14
1.4. Rezolvarea problemelor constructive ale pieselor turnate	14
1.5. Punctele de vedere asupra remanierilor defectelor pieselor turnate	15
2. Defecte de turnare	17
2.1. Clasificarea defectelor	19
2.2. Clasificarea procedeelor de remaniere	22
2.3. Recomandări privind alegerea metodei de remaniere	23
2.4. Condiții tehnice de remaniere	23
2.5. Condiții de livrare a pieselor turnate	46
2.6. Defecte remaniabile	48
2.7. Metode pentru verificarea calității pieselor turnate	52
3. Detectarea defectelor pieselor turnate	55
3.1. Metode distructive de detectarea defectelor de turnare	56
3.2. Metode nedistructive	57
4. Procedece mecanice de remaniere	94
4.1. Curățarea	94
4.2. Îndreptarea	98
4.3. Ștemuirea	102
4.4. Remanierea prin dopuire	102
4.5. Remanierea prin bușare	106
4.6. Remanierea prin placare	107
4.7. Remanierea prin procedeul Metalock	109
5. Procedece metalurgice de remaniere	114
5.1. Sudarea cu arc electric	116

5.2. Sudarea cu gaze combustibile	133
5.3. Sudarea aluminotermică	137
5.4. Materiale de adaos folosite la sudare	139
5.5. Sudarea defectelor pieselor turnate din oțel	157
5.6. Remanierea prin sudare a pieselor turnate din fontă	192
5.7. Sudarea defectelor pieselor turnate din aliaje neferoase	230
5.8. Remanierea prin supraturnare	246
5.9. Remanierea pieselor prin tratament termic	248
6. Remanierea prin procedee chimice	251
6.1. Remanierea prin impregnare	252
6.2. Remanierea pieselor prin chituire	272
7. Procedece speciale de remaniere	291
7.1. Remanierea defectelor de turnare prin metalizare	291
7.2. Procedeul Eutalloy de remaniere	296
7.3. Remanierea prin lipire	298
7.4. Procedeul de remaniere CWM	304
8. Organizarea remanierii defectelor de turnare	306
8.1. Organizarea atelierului de remaniere	307
8.2. Organizarea locului de muncă pentru remaniere	319
9. Aspecte ale eficienței economice	323
9.1. Remanierea, sursă importantă de reducere a cheltuielilor materiale	323
9.2. Eficiența remanierilor și calitatea pieselor turnate	325
10. Exemple de piese turnate și remaniate	328
Bibliografie	345

133	5.3. Sudarea cu gaze combustibile
137	5.3. Sudarea aluminotermică
139	5.4. Materiale de adăes folosite la sudare
137	5.5. Sudarea defectelor pieselor turnate din oțel
137	5.6. Remanierarea prin sudare a pieselor turnate din
137	fontă
137	5.7. Sudarea defectelor pieselor turnate din aliaje ne-
137	feroase
137	5.8. Remanierarea prin supraîncălzire
137	5.9. Remanierarea pieselor prin tratament termic
137	6. Remanierarea prin procedee chimice
137	6.1. Remanierarea prin impregnare cu acidul lactic
137	6.2. Remanierarea pieselor prin chimie oxidantă
137	7. Procedee speciale de remanierare
137	7.1. Remanierarea defectelor de turnare prin tratament
137	7.2. Procedeele Eutalloy de remanierare
137	7.3. Remanierarea prin lipire
137	7.4. Procedeele de remanierare CWM
137	8. Organizarea activității de remanierare
137	8.1. Organizarea activității de remanierare
137	8.2. Organizarea locului de muncă pentru remanierare
137	8.3. Condiții de muncă pentru remanierare
137	8.4. Aspecte ale eficienței economice
137	8.5. Defecte și importanța reducerii acestora
137	9. Exemple de piese turnate
137	9.1. Exemple de piese turnate
137	9.2. Exemple de piese turnate
137	9.3. Exemple de piese turnate
137	9.4. Exemple de piese turnate
137	9.5. Exemple de piese turnate
137	9.6. Exemple de piese turnate
137	9.7. Exemple de piese turnate
137	9.8. Exemple de piese turnate
137	9.9. Exemple de piese turnate
137	9.10. Exemple de piese turnate
137	9.11. Exemple de piese turnate
137	9.12. Exemple de piese turnate
137	9.13. Exemple de piese turnate
137	9.14. Exemple de piese turnate
137	9.15. Exemple de piese turnate
137	9.16. Exemple de piese turnate
137	9.17. Exemple de piese turnate
137	9.18. Exemple de piese turnate
137	9.19. Exemple de piese turnate
137	9.20. Exemple de piese turnate
137	9.21. Exemple de piese turnate
137	9.22. Exemple de piese turnate
137	9.23. Exemple de piese turnate
137	9.24. Exemple de piese turnate
137	9.25. Exemple de piese turnate
137	9.26. Exemple de piese turnate
137	9.27. Exemple de piese turnate
137	9.28. Exemple de piese turnate
137	9.29. Exemple de piese turnate
137	9.30. Exemple de piese turnate
137	9.31. Exemple de piese turnate
137	9.32. Exemple de piese turnate
137	9.33. Exemple de piese turnate
137	9.34. Exemple de piese turnate
137	9.35. Exemple de piese turnate
137	9.36. Exemple de piese turnate
137	9.37. Exemple de piese turnate
137	9.38. Exemple de piese turnate
137	9.39. Exemple de piese turnate
137	9.40. Exemple de piese turnate
137	9.41. Exemple de piese turnate
137	9.42. Exemple de piese turnate
137	9.43. Exemple de piese turnate
137	9.44. Exemple de piese turnate
137	9.45. Exemple de piese turnate
137	9.46. Exemple de piese turnate
137	9.47. Exemple de piese turnate
137	9.48. Exemple de piese turnate
137	9.49. Exemple de piese turnate
137	9.50. Exemple de piese turnate
137	9.51. Exemple de piese turnate
137	9.52. Exemple de piese turnate
137	9.53. Exemple de piese turnate
137	9.54. Exemple de piese turnate
137	9.55. Exemple de piese turnate
137	9.56. Exemple de piese turnate
137	9.57. Exemple de piese turnate
137	9.58. Exemple de piese turnate
137	9.59. Exemple de piese turnate
137	9.60. Exemple de piese turnate
137	9.61. Exemple de piese turnate
137	9.62. Exemple de piese turnate
137	9.63. Exemple de piese turnate
137	9.64. Exemple de piese turnate
137	9.65. Exemple de piese turnate
137	9.66. Exemple de piese turnate
137	9.67. Exemple de piese turnate
137	9.68. Exemple de piese turnate
137	9.69. Exemple de piese turnate
137	9.70. Exemple de piese turnate
137	9.71. Exemple de piese turnate
137	9.72. Exemple de piese turnate
137	9.73. Exemple de piese turnate
137	9.74. Exemple de piese turnate
137	9.75. Exemple de piese turnate
137	9.76. Exemple de piese turnate
137	9.77. Exemple de piese turnate
137	9.78. Exemple de piese turnate
137	9.79. Exemple de piese turnate
137	9.80. Exemple de piese turnate
137	9.81. Exemple de piese turnate
137	9.82. Exemple de piese turnate
137	9.83. Exemple de piese turnate
137	9.84. Exemple de piese turnate
137	9.85. Exemple de piese turnate
137	9.86. Exemple de piese turnate
137	9.87. Exemple de piese turnate
137	9.88. Exemple de piese turnate
137	9.89. Exemple de piese turnate
137	9.90. Exemple de piese turnate
137	9.91. Exemple de piese turnate
137	9.92. Exemple de piese turnate
137	9.93. Exemple de piese turnate
137	9.94. Exemple de piese turnate
137	9.95. Exemple de piese turnate
137	9.96. Exemple de piese turnate
137	9.97. Exemple de piese turnate
137	9.98. Exemple de piese turnate
137	9.99. Exemple de piese turnate
137	9.100. Exemple de piese turnate

Control științific: Prof. dr. ing. LAURENȚIU SOFRONI
 Redactor: ing. PAUL IORDĂNESCU
 Tehnoredactor: ELLY GORUN
 Coperta: SIMONA NICULESCU

Bun de tipar: 28.02.1979; Coli de tipar: 11; Ti-
 raj: 5 000+65 exemplare legate; C.Z.: 621.747.58.

Tiparul executat sub com. nr. 391,
 la Întreprinderea Poligrafică „Crișana” Oradea,
 str. Moscovei nr. 5.

Republica Socialistă România



ERATĂ

Nr. pag.	Rîndul	In loc de	Se va citi
47	8 de jos	... sub 2 m. Distanța ...	... sub 2 mm. Dis- tanța ...
131	5 de jos	... de la 400 mm pînă la 1 000 mm ...	... de la 40 mm pînă la 1 000 mm ...
166	3 de sus	... trebuie să scadă ...	... nu trebuie să scadă ...
228	18 de sus	... cu grosimi de 20 ... 30 mm, ...	... cu lungimi de 20 ... 30 mm, ...
250	1 de sus	1 250°C). Timpul ...	1 250° Kelvin). Timpul ...